सुलभ
विज्ञान
माला

सम्पादक

डॉ० सत्यप्रकाश

पहली पोथी

सत्साहित्य प्रकाशन

लेखक : ब्रह्मानंद गुप्त
नरेश वेदी

चित्रांकन : नरेन्द्रनाथ सेठी
एसोसियेटेड आर्टिस्ट्स

प्रकाशक : मार्तण्ड उपाध्याय
मंत्री, सस्ता साहित्य मंडल
नई दिल्ली

मुद्रक : नेशनल प्रिंटिंग वर्क्स
दिल्ली

संस्करण : पहली बार
सन् १९५५

मूल्य : डेढ़ रुपया

यह माला

हिन्दी में ऐसी पुस्तको का अभाव बहुत समय से खटक रहा था, जो विज्ञान के कठिन विषयो का सरल-सुबोध ढग से पाठको को ज्ञान करा सकें। अग्रेजी में ऐसी किताबों की कमी नही है, पर हिन्दी में अभी तक इस दिशा मे कोई सफल प्रयोग नही किया गया।

इसी कमी को ध्यान में रख कर 'सस्ता साहित्य मण्डल' द्वारा इस 'सुलभ-विज्ञान-माला' का प्रकाशन प्रारम्भ हो रहा है। इस माला की पुस्तको में विज्ञान के बुनियादी तथ्यो को इसने सरल ढग से प्रस्तुत किया जायगा कि बच्चे तथा इन विषयो से अजानकार पाठक भी आसानी से समझ सकें।

इसमें सदेह नही कि आज का युग विज्ञान का युग है। विज्ञान की प्रगति ने ससार के देशो को एक-दूसरे के निकट ला दिया है। मनुष्य के वर्त्तमान आर्थिक, नैतिक, बौद्धिक, सामाजिक एव राजनैतिक जीवन पर भी विज्ञान का बडा प्रभाव पड़ा है।

अपने देश की चहुंमुखी प्रगति के लिए और अन्य उन्नत देशो के साथ-साथ चलने के लिए भारत के लोक-जीवन में विज्ञान के महत्त्व को कम नहीं किया जा सकता।

बडे हर्ष की बात है कि कि इस माला की पुस्तकों का सम्पादन हिन्दी के सुविख्यात विज्ञान-शास्त्री और प्रयाग विश्वविद्यालय के विज्ञान-विभाग के प्राध्यापक डा० सत्यप्रकाशजी के द्वारा हो रहा है। इस कृपा के लिए हम उनके अत्यन्त आभारी हैं।

हमें विश्वास है कि इस माला की पुस्तको से विज्ञान के प्रति विद्यार्थियो तथा साधारण पाठकों की अधिकाधिक रुचि उत्पन्न होगी और उसके ज्ञान से उन्हें लाभ होगा।

—प्रकाशक

पाठकों से

इस माला की यह पहली किताब पाठकों के हाथों में पहुंच रही है। प्रकाश या उजाले को सब जानते हैं; लेकिन उसकी कहानी कितनों को मालूम है? हमें क्यों और कैसे दिखाई देता है, प्रकाश कैसे चलता है, इतने रंग हमें कैसे दीख पड़ते है, आदि-आदि बातो को कितने पाठक जानते है?

इस किताब में प्रकाश के बारे में जानने योग्य सभी बातें बड़ी अच्छी तरह से समझाई गई है। पढ़ने में ऐसा लगता है, जैसे कोई कहानी पढ़ रहे हो। भाषा भी बड़ी आसान रक्खी गई है। सब बाते अच्छी तरह से समझ में आ जायं, इसलिए चित्र भी बहुत से दिये गए है।

हिन्दी में यह अपने ढंग की सम्भवतः पहली माला और यह पहली पुस्तक है। पाठक इसे ध्यान से पढ़ें और हमें लिखें कि पुस्तक कैसी लगी।

दूसरी पुस्तक होगी 'ध्वनि के रहस्य,' जिसमें आवाज के बारे में जानकारी दी जायगी। तीसरी होगी 'ताप की कहानी,' जो ताप यानी गर्मी की बाते बतायगी। आगे और भी कई उपयोगी पुस्तके इस माला में निकलेंगी।

हम दिल्ली विश्वविद्यालय के विज्ञान-विभाग के अध्यक्ष डा० डी एस. कोठारी के बड़े आभारी है, जिन्होंने इस पुस्तक को आरंभ से अन्त तक देख कर अनेक मूल्यवान सुझाव देने की कृपा की।

—सम्पादक

एक : : हम देखते कैसे हैं ?

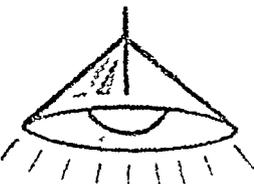
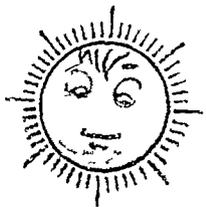
सांझ होती है। सूरज ढल जाता है। दिन की तरह दिखाई देना बन्द हो जाता है ।

सुबह सूरज निकलने के बाद सबकुछ फिर साफ दीखने लगता है। लेकिन अपनी आँखे बन्द करले तो ? तब भी दीखना बन्द हो जाता है । क्यों ? तुम कहोगे, "दीखेगा कैसे ? आँखे तो बन्द है !"

ठीक है, लेकिन अंधेरे मे तो आँखें खुली रखने पर भी दिखाई नही देता । देखने के लिए आँखो के अलावा प्रकाश का होना भी जरूरी है । प्रकाश के बिना देखा नही जा सकता ।

अधेरे मे क्यों नही दिखाई देता ? या आँख बन्द कर लेने से ही दिखाई देना क्यो बन्द हो जाता है ? दरअसल बात यह है कि अंधेरे मे या आँख के बन्द होने पर हमे इसलिए नही दिखाई देता कि जिस वस्तु को हम देखते है उससे चलने वाला प्रकाश हमारी आँखो तक नही पहुँच पाता। तुम कहोगे, "यह भी कैसी बात है ? किताब कोई लालटेन थोडे है कि उससे प्रकाश निकल कर आँखो तक पहुँचे !" किन्तु बात कुछ ऐसी ही है ।

यह तो तुम जानते ही हो कि बिना प्रकाश के कोई भी वस्तु नही दीख सकती। इतना ही नही, वह तो उस समय तक नही दीखेगी जब-तक प्रकाश उससे चलकर आँखो तक न पहुँच जाय । मगर तुम यह भी जानते हो कि प्रकाश कुछ ही वस्तुओ से निकलता है। फिर हर वस्तु से प्रकाश आँखो तक कैसे आ सकता है ?

कुछ वस्तुए ऐसी है जो अपने आप प्रकाश देती है, जैसे सूर्य,

बिजली की जलती बत्ती, आग, जुगनू आदि। इस तरह की वस्तुओं को **प्रदीप्त** (Luminous) कहते है। इस तरह की वस्तुएं थोड़ी ही हैं।

अधिकतर वस्तुएं ऐसी हैं जो स्वयं प्रकाश नही देती। वे तो अपने पर गिरते प्रकाश को लौटा देने या पार कर देने या टेढा कर देने भर का काम करती है। यही लौटाया हुआ प्रकाश जब हमारी आँखों तक आ जाता है तब वे वस्तुएं हमे दीखने लगती है। इस तरह की वस्तुओं को, जो न तो चमकती ही है और न खुद प्रकाश देती है, **अदीप्त**(Non-Luminous) कहते है। इस किताब को तुम इसीलिए देख पाते हो कि वह अपने पर गिरने वाले प्रकाश को लौटा कर तुम्हारी आँखों तक पहुँचा देती है।

रात को चमकता चाँद कैसा सुन्दर लगता है! पर शायद तुम्हे यह मालूम न हो कि चाँद अपने प्रकाश से नही चमकता। सूर्य उस पर अपना प्रकाश डालता है। उसीका कुछ भाग लौटकर हम तक आ जाता है, जिसके कारण हमे चन्द्रमा दीखने लगता है। इस तरह वह भी प्रकाश को लौटाने का ही काम करता है। अगर किसी तरह इस प्रकार की वस्तुओ पर प्रकाश का पहुँचना बिल्कुल बन्द कर दिया जाय तो वे दिखाई नही देगी।

प्रकाश और ध्वनि की गति

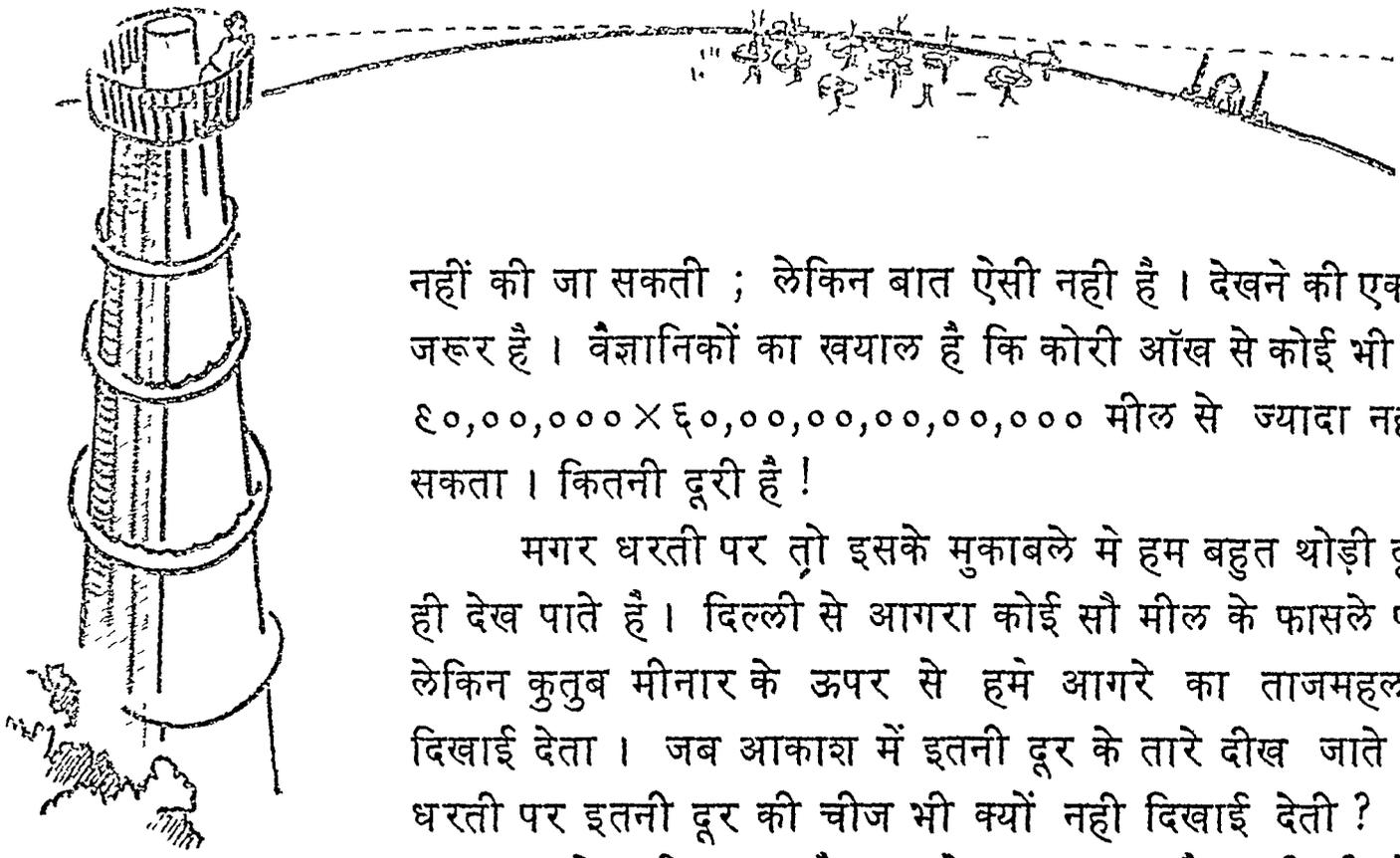
जब प्रकाश एक चीज से चलकर दूसरी चीज पर गिरता है तो वह चलता तो है ही, और उसके चलने की कुछ रफ्तार भी होती ही होगी। प्रकाश की गति बडी तेज है। वर्षा में तुम्हारा ध्यान आसमान में घिरी घटाओं की तरफ जाता होगा। तुमने बादलो की गड़गडाहट सुनी होगी और बिजली की चमक भी देखी होगी। दो बादलो की रगड़ से पैदा होने वाली बिजली की चमक और गड़गडाहट कैसी लगती है? क्या कभी तुमने इस पर भी ध्यान दिया है कि दोनो मे पहले हम किसे महसूस करते है? पहले बिजली चमकती दिखाई देती है और बाद में बादलों की गर्जन सुनाई देती है। वास्तव मे ये दोनों बाते एक

साथ घटित होती हैं। पर बिजली की चमक बादल की गर्जन से पहले इसलिए दीखती है कि प्रकाश की गति ध्वनि की गति से कही ज्यादा तेज है। प्रकाश एक सेकण्ड मे लगभग १,८६,००० मील चलता है, जबकि ध्वनि एक सेकण्ड मे केवल १/५ मील के लगभग ही जाती है।

चन्द्रमा धरती से लगभग २,४०,००० मील की दूरी पर है, पर धरती पर वहाँ से चलकर प्रकाश एक सेकण्ड से कुछ ही ज्यादा देर मे आ जाता है। सूर्य से धरती तक प्रकाश के पहुँचने मे लगभग आठ मिनट लगते है। जरा प्रकाश की गति को देखकर हिसाब लगा कर देखो, सूर्य पृथ्वी से कितनी दूर है ?

रात को आकाश मे छिटके तारे कैसे सुन्दर लगते है! पर तुम्हे मालूम है, वे धरती से कितनी दूर है? अधिकांश तारे हमसे इतनी दूर है कि उनका प्रकाश हम तक लाखो वर्षो मे पहुँच पाता है। जरा कल्पना तो करो। एक वर्ष मे प्रकाश लगभग ६०,००,००,००,००,००० (साठ खरब) मील चलता है। यह दूरी इतनी ज्यादा है कि अगर हम किसी ऐसे तारे पर पहुँचना चाहे, जिससे प्रकाश धरती तक एक वर्ष मे आता है तो तेज-से-तेज रेलगाडी से ६० मील प्रति घटे की चाल से दिनरात लगातार चलने के बाद भी हमे वहाँ तक पहुँचने मे एक करोड वर्ष से ज्यादा लग जायगे। ३०० मील प्रति घण्टे की चाल से उड़ने वाला हवाई जहाज भी लगातार उडने पर वहाँ २२ लाख वर्ष से पहले नही पहुँच सकता। आकाश मे ऐसे तारे भी है, जिनसे प्रकाश हम तक ९०,००,००० वर्ष मे आता है। ऐसे अनगिनत तारे है जिनसे प्रकाश को धरती तक आते-आते इससे भी कही अधिक समय लग जाता है।

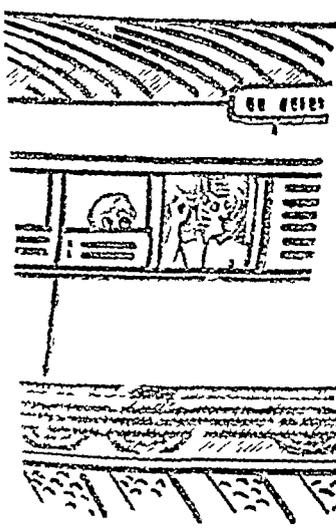
कितनी दूर तक देख सकते है ?

तुम अधिक-से-अधिक कितनी दूर तक देख सकते हो? जब इतनी दूर तक के तारे दीख जाते है तब तो दृष्टि की सीमा की कल्पना भी

नहीं की जा सकती ; लेकिन बात ऐसी नही है । देखने की एक सीमा जरूर है । वैज्ञानिकों का खयाल है कि कोरी आँख से कोई भी व्यक्ति ९०,००,०००×६०,००,००,००,००,००० मील से ज्यादा नहीं देख सकता । कितनी दूरी है !

मगर धरती पर तो इसके मुकाबले मे हम बहुत थोड़ी दूर तक ही देख पाते हैं। दिल्ली से आगरा कोई सौ मील के फासले पर है, लेकिन कुतुब मीनार के ऊपर से हमे आगरे का ताजमहल नही दिखाई देता । जब आकाश में इतनी दूर के तारे दीख जाते हैं तो धरती पर इतनी दूर की चीज भी क्यों नही दिखाई देती ?

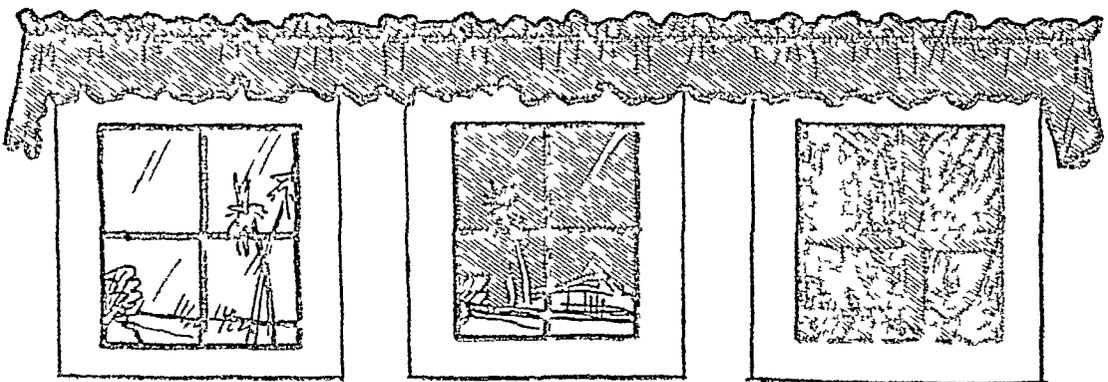
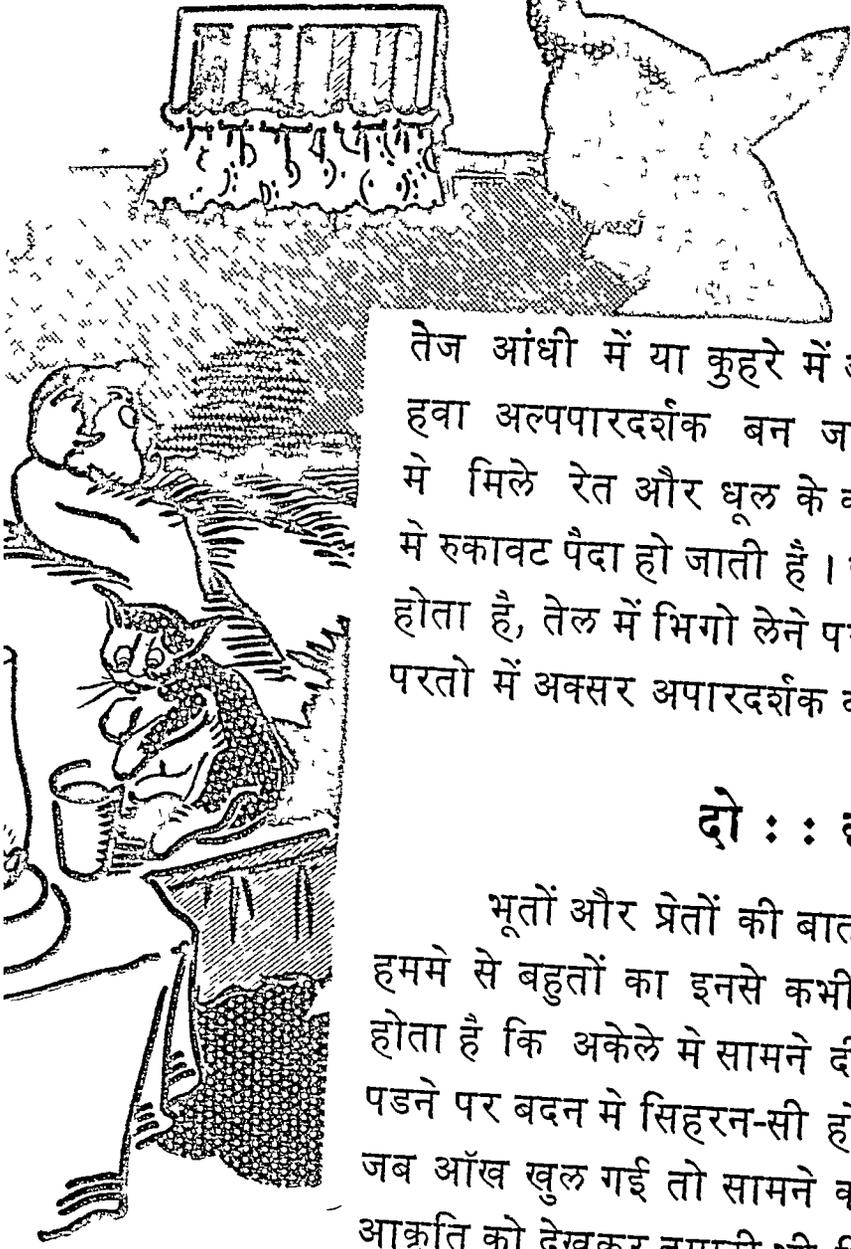
इसके कई कारण है । सबसे बड़ा कारण है धरती की गोलाई। प्रकाश सीधी रेखाओं मे चलता है , लेकिन धरती की सतह सीधी न होकर गोल है, इसलिए एक जगह से चला प्रकाश धरती की सतह पर थोड़ी दूर तक ही जा सकता है, क्योकि बाद मे धरती की गोलाई उसकी आड़ मे आ जाती है। इस बात को ऊपर वाला चित्र देखकर तुम अच्छी तरह समझ जाओगे। इसके अलावा पृथ्वी पर दूसरी रुकावटें भी होती है, जैसे पहाड़, मकान, पेड़, आदि, जिन्हें प्रकाश पार नही कर सकता । धूल और रेत के कणों से पैदा हुई धुन्ध से भी प्रकाश के रास्ते मे रुकावट पड़ती है। लेकिन इसके मुकाबले मे तारे हमसे बहुत दूर हैं और उनके रास्ते मे इस तरह की कोई रुकावट नहीं आती ।

पारदर्शक : अपारदर्शक : अल्पपारदर्शक

दिन मे रेलगाड़ी में सफर करते समय बाहर के दृश्य देखने मे कितना आनन्द आता है ! लेकिन खिड़की से अन्दर धूल और कोयले के टुकड़े आकर कभी-कभी आँखों में घुस जाते है । इसलिए धूल और कोयले से बचने और बाहर के दृश्य का आनन्द लेते रहने के लिए खिड़की चढा लेते है। लेकिन खिड़की काँच की ही चढ़ाते है, लकड़ी की नही । जानते हो क्यों ? इसलिए कि लकड़ी की खिड़की से देखा नही जा सकता। लकड़ी मे से प्रकाश नही गुजर सकता । हमे दिखाई

तब ही देता है जब प्रकाश किसी वस्तु से चल कर हमारी आँखो तक पहुँच जाय। लकडी इस प्रकाश को आँखों तक आने नही देती, इसलिए उसमे से नही देखा जा सकता। ऐसे पदार्थो को, जिनमे से प्रकाश गुजर नही सकता, **अपारदर्शक** (Opaque) कहते है।

लेकिन काँच मे से प्रकाश बिना रुके गुजर जाता है, इसलिए हम काँच की खिडकी चढा कर भी बाहर की चीजे देख सकते है। ऐसे पदार्थ, जिनमे से प्रकाश इस तरह से गुजर कर चला जाता है, **पारदर्शक** (Transparent) कहलाते है। कई तरह का काँच पारदर्शक होता है। उथला और साफ पानी भी पारदर्शक होता है। हवा भी पारदर्शक होती है।

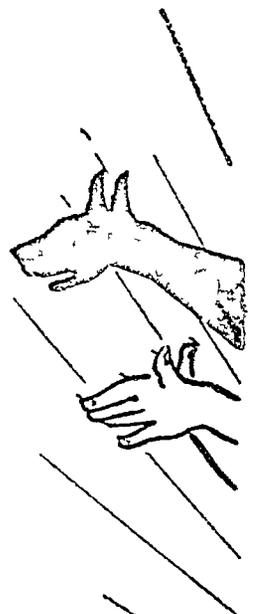
लेकिन यह एक अजीब-सी बात है कि साधारण काँच मे से तो हमे दिखाई देता है, पर दूधिये काँच से हम साफ नही देख पाते। यह इसलिए है कि इन पदार्थो से प्रकाश गुजर तो जाता है, पर इतना काफी नही गुजर पाता कि दूसरी तरफ की चीजे हमे साफ-साफ दीख सके। ऐसे पदार्थो पर गिरने वाले प्रकाश का कुछ भाग पदार्थ की सतह से टकरा कर बिखर जाता है, जिसके कारण सारा प्रकाश उससे नही गुजर पाता। इस तरह के पदार्थ **अल्पपारदर्शक** (Translucent) कहलाते है। इस तरह से अल्पपारदर्शक पदार्थ पारदर्शक और अपारदर्शक पदार्थो के बीच की श्रेणी मे रखे जा सकते है।

लेकिन यह जरूरी नही है कि प्रकाश गुजरने का माध्यम हर हालत मे एक जैसा ही रहे। हवा की बात ही ले लो। यदि हवा पारदर्शक न होती तो हम आसपास की चीजे कैसे देख पाते ? लेकिन

तेज आंधी में या कुहरे में अच्छी तरह से नही दिखाई देता। तब हवा अल्पपारदर्शक बन जाती है। इसका कारण यह है कि हवा मे मिले रेत और धूल के कणों के कारण उसमे से प्रकाश के गुजरने मे रुकावट पैदा हो जाती हैं। इसी तरह से कागज, जो प्राय. अपारदर्शक होता है, तेल में भिगो लेने पर अल्पपारदर्शक हो जाता है। पतली परतो में अक्सर अपारदर्शक वस्तुएं अल्पपारदर्शक हो जाती है।

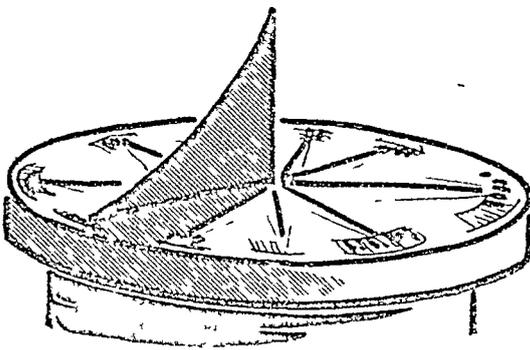
दो : : छाया और ग्रहण

भूतों और प्रेतों की बात सुनने में बड़ी भयानक लगती है, पर हममे से बहुतों का इनसे कभी सामना नही हुआ। ऐसा कई बार होता है कि अकेले मे सामने दीवार पर या धरती पर अचानक निगाह पडने पर बदन मे सिहरन-सी हो जाती है। रात मे एक बार अचानक जब आँख खुल गई तो सामने की सफेद दीवार पर हिलती डरावनी आकृति को देखकर हमारी भी घिग्घी बँध गई। बडी हिम्मत करके बिना हिले आँख के कोने से इधर-उधर देखना शुरू किया। जब हमारी निगाह सिराहने रखी मेज पर गई तो सारी बात हमारी समझ मे आ गई। हुआ यह कि जलती हुई लालटेन के पास दूध रखा हुआ था, जिसे हम पीना ही भूल गये थे। बिल्लीरानी को हमारी यह लापरवाही बहुत अखरी। इसलिए उसका भोग उन्होंने लगाना शुरू कर दिया। यह दीवार पर इन्ही रानीजी के सुन्दर चेहरे की छाया पड़ रही थी। हमारी आँख गिलास गिरने की आवाज से खुली थी।

हो सकता है कि तुम्हे भी कभी ऐसा ही अनुभव हुआ हो। पर यह जरूरी नही कि हर किसी का सामना ऐसी डरावनी छाया से हो। दीये की रोशनी में दीवार पर छाया के खेल तुमने किये होंगे। कैसे हाथ को जरा-सा मोड़ देने से कभी कुत्ते की तो कभी खरगोश की और कभी दूसरी तरह की शक्लें बन जाती है! यह तो उन छाया-

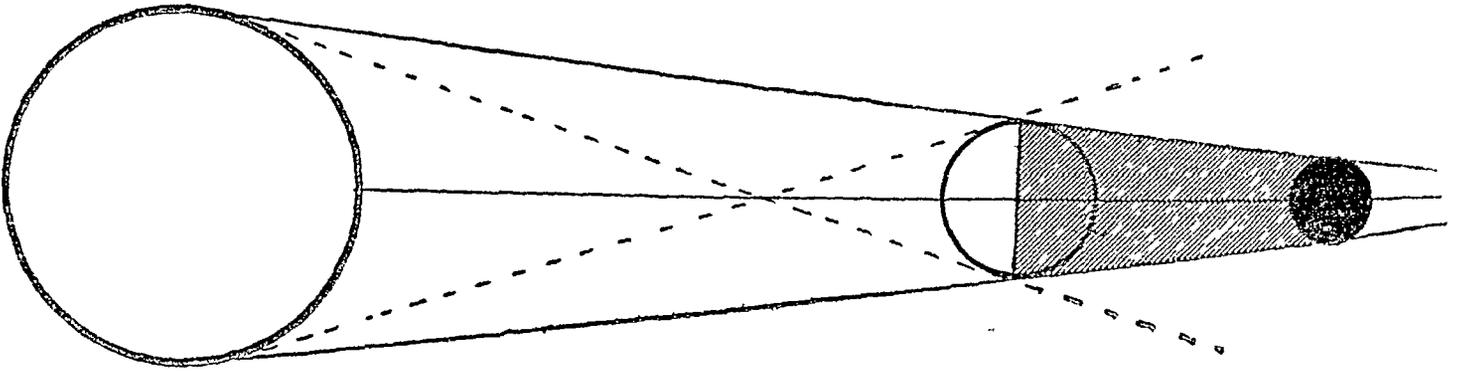
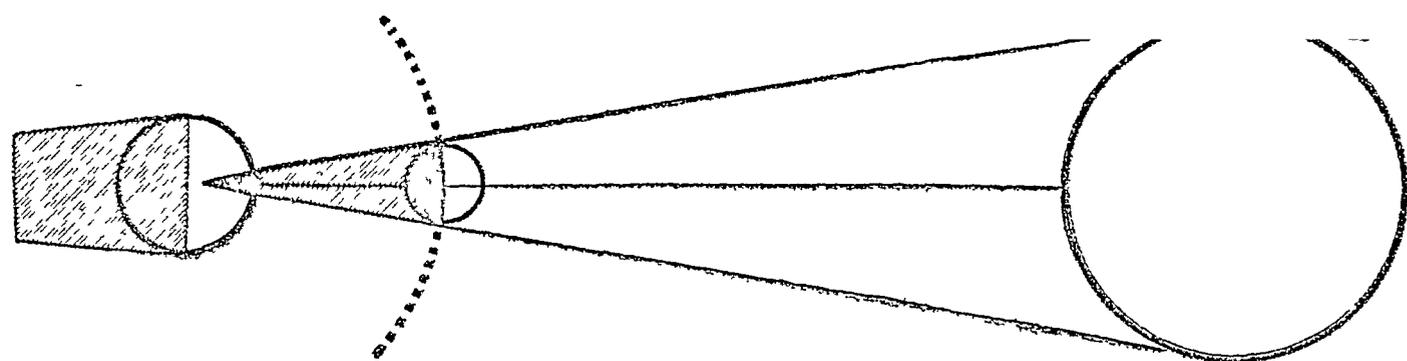
कृतियों की बात रही, जिन्हें हम आसानी से अपने घर मे बना सकते है, पर अब तो यह कला इतनी बढ-चढ़ गई है कि कई लोग उससे अपनी रोजी कमाते है।

इस छाया के खेल भी कैसे निराले होते है! कभी छाया बडी होती है तो कभी छोटी, कभी बिल्कुल ही गायब हो जाती है। सवेरे-ही-सवेरे बाहर आओ तो यह कितनी बडी होती है! फिर छोटी होते-होते दोपहर को न मालूम कहाँ खो-सी जाती है और ढलते सूरज के साथ फिर बढ जाती है। कैसी विचित्र बात है!

पर यह छाया बनती कैसे है? यह तो तुम जानते ही हो कि अपारदर्शक पदार्थो को प्रकाश पार नही कर सकता। जब प्रकाश किसी अपारदर्शक वस्तु पर गिरता है तब वह उसके इधर-उधर चारो तरफ से तो साफ निकल जाता है, पर खुद उसको पार नही करता। अगर उस वस्तु के पीछे तुम एक परदा रख दो तो तुम देखोगे कि जिस स्थान से प्रकाश नही गुजर पाता है, परदे पर उसकी अधेरी आकृति-सी बन जाती है। यही बिना प्रकाश की अधेरी आकृति ही उस वस्तु की छाया होती है। छाया का मतलब है कि उस स्थान पर प्रकाश नही पड रहा है।

प्राचीन काल मे, जब आज जैसी घडियाँ नही होती थी, तब छाया के छोटे-बडे होने के आधार पर बनी धूपघडियो से ही समय का पता लगता था। दिल्ली मे तुम जन्तर-मन्तर या कुतुब मीनार देखने जाओ तो वहाँ की धूपघडी जरूर देखना। इस तरह की घडियाँ जयपुर, उज्जैन तथा कई दूसरी जगहो पर भी है।

जब ग्रहण पड़ता है

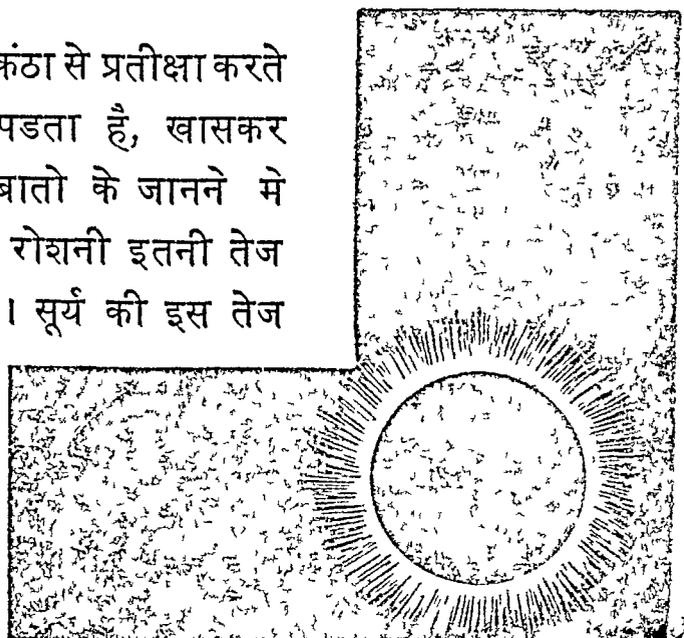
जब ग्रहण पड़ता है तब क्या होता है?—लोग दान देते है, स्नान करते है और पूजा-पाठ करते है। पर जानते हो, ग्रहण कैसे पड़ते है ?

तुमने सागर-मन्थन की कथा सुनी है? देवताओं और दानवों ने समुद्र को मथकर कई चीजें निकाली थी, जिनमे अमृत भी था। भगवान् विष्णु ने देवताओ को अमर करने के लिए यह अमृत उन्हें पिला दिया। राहु दानव को उस बात का पता चल गया। सो वह भी अपना वेष बदल कर देवताओं की पांत में जा बैठा। धोखे में आकर भगवान ने उसे भी अमृत पिला दिया। मगर सूर्य और चन्द्रमा ने इस बात की शिकायत कर दी। क्रोध में आकर भगवान ने सुदर्शन चक्र से राक्षस का सिर काट डाला। मगर राक्षस तो अमृत पी चुका था। अत: सिर और धड़ अलग हो जाने पर भी वह जीवित रहा। सिर को राहु और धड को केतु कहते है। चन्द्रमा और सूर्य से बदला लेने के लिए राहु और केतु उनका पीछा करते है और मौका पड़ते ही उन्हे ग्रस लेते है, जिससे चन्द्रग्रहण और सूर्यग्रहण पड़ते है।

पुराणों में ग्रहण की यही कथा कही गई है, लेकिन वास्तव मे यह बात नही है। सूर्य और चन्द्रमा को कोई नही ग्रसता। ग्रहण तो छाया का एक दिलचस्प खेलमात्र है।

यह तो तुम जानते ही हो कि पृथ्वी सूर्य के चारों ओर घूमती है और चन्द्रमा पृथ्वी के चारों ओर। कभी-कभी ऐसा होता है कि चन्द्रमा धरती की ओट मे इस तरह से आ जाता है कि उस पर सूर्य का प्रकाश

धरती की आड़ के कारण नही पहुँच पाता । चन्द्रमा धरती की छाया मे छिप जाता है । इस कारण चन्द्रमा का दीखना बन्द हो जाता है । यही चन्द्रग्रहण है । राहु चन्द्रमा को नही ग्रसता । हा, धरती की छाया ही कुछ देर के लिए राहु बन कर चन्द्रमा पर गिरने वाले प्रकाश को ग्रस लेती है ।

इसी तरह से जब धरती और सूर्य के बीच मे चन्द्रमा आ जाता है तो उसकी छाया धरती पर गिरती है । इस छाया के क्षेत्र मे सूर्य का दिखाई देना बन्द हो जाता है । यही सूर्यग्रहण है । पूरा सूर्यग्रहण तो कही-कही ही दिखाई देता है । वैसे भी सूर्यग्रहण बहुत कम देर के लिए ही पडता है । इसका कारण यह है कि चन्द्रमा सूर्य और पृथ्वी से बहुत छोटा है, अत वह पूरे सूर्य को सारी धरती से ढक कर नही रख सकता और न अपनी और धरती की गति के कारण वह बहुत देर तक सूर्य को ढके रह सकता है ।

चन्द्रग्रहण और सूर्यग्रहण के चित्र देखो, यह बात अच्छी तरह तुम्हारी समझ मे आ जायगी ।

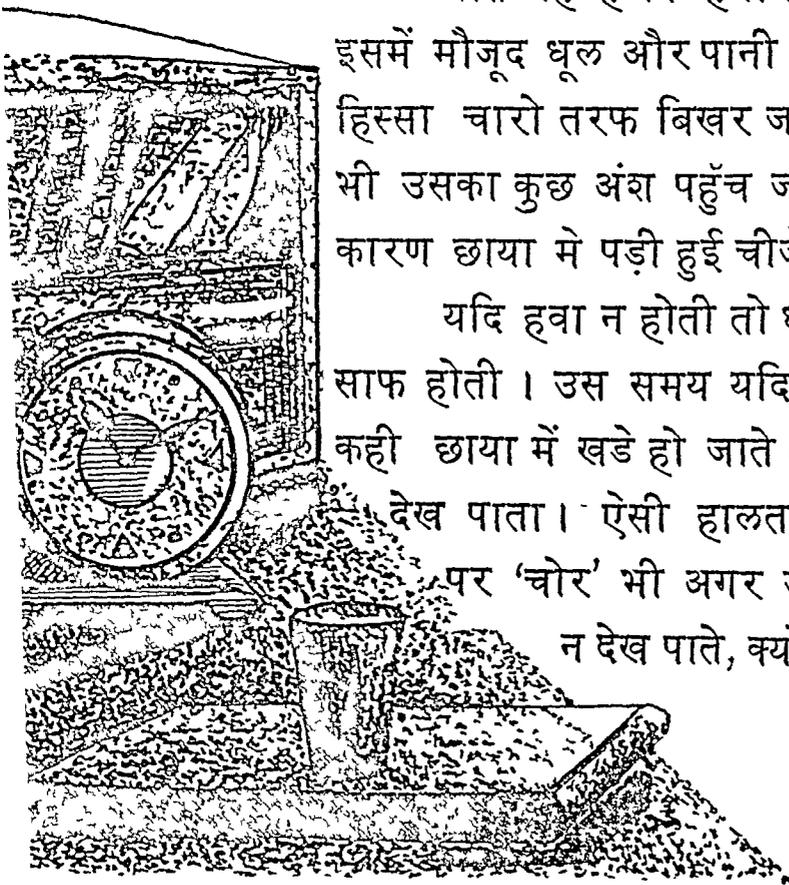
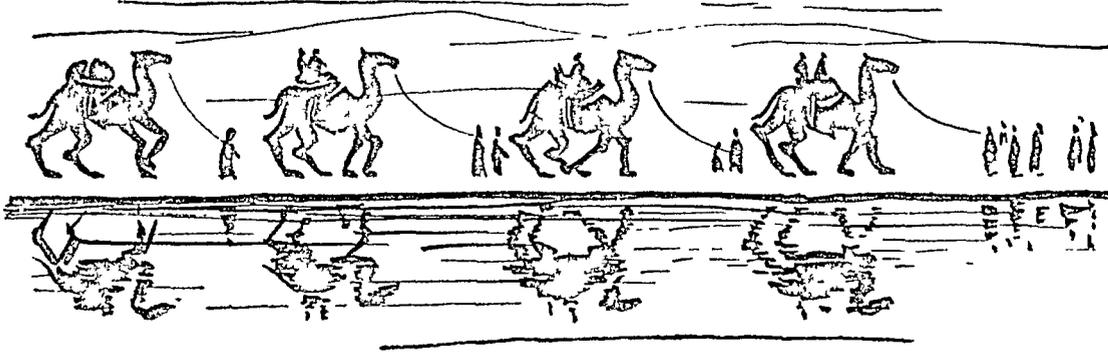
वैज्ञानिक लोग ग्रहण की बड़ी व्यग्रता और उत्कंठा से प्रतीक्षा करते है । इससे प्रकृति के अनेक नये रहस्यो पर प्रकाश पडता है, खासकर सूर्यग्रहण के अवसर पर उन्हे सूर्य के बारे मे नई बातो के जानने मे बड़ी सहायता मिलती है, क्योंकि वैसे तो सूर्य की रोशनी इतनी तेज होती है कि उसकी तरफ देखा भी नही जा सकता । सूर्य की इस तेज रोशनी के कारण दिन मे तारे नही दीखते

है, पर पूर्ण सूर्यग्रहण के अवसर पर वे ऐसे निकल आते हैं मानो रात ही हो गई हो । सूर्यग्रहण के अवसर पर छिपे हुए सूर्य के चारों तरफ प्रकाश का घेरा और दीप्त शिखाएं दीखने लगती है, जिनकी स्थिति से बहुत-सी नई बाते मालूम होती हैं। लाखों रुपया खर्च करके और हजारो कष्ट उठाकर भी पूर्ण सूर्यग्रहण के अवसर पर संसार भर के वैज्ञानिक उन स्थानों पर जाते है, जहाँ पूरा ग्रहण अच्छा दिखाई देता है और नई बाते मालूम करने की कोशिश करते है । तुम्हे याद होगा कि १९५४ मे हमारे देश के अनेक भागों मे भी पूर्ण सूर्यग्रहण दिखाई दिया था । उस समय राजस्थान के फलौदी नगर मे इसी तरह की खोज करने के लिए अनेक वैज्ञानिक पहुँचे थे ।

इसी तरह से इसी वर्ष, १९५५ मे, लका मे दिखाई देनेवाले पूर्ण ग्रहण को देखने के लिए भी ससार भर के अनेक वैज्ञानिक पहुचे थे । यह ग्रहण १२०० वर्षो मे सब से अधिक देर टिकने वाला था ।

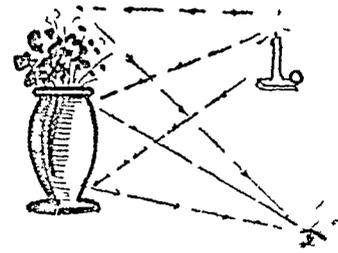
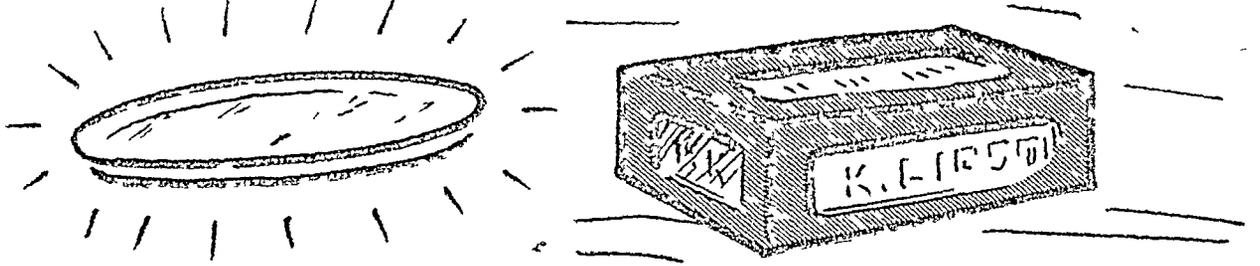
तुम कहोगे कि जब कोई अपारदर्शक वस्तु प्रकाश को रोक देती है तो उसकी छाया बन जाती है, तब छाया मे पडी हुई वस्तु कैसे दिखाई देती है ? उस पर प्रकाश तो पड़ता ही नही ।

अगर हवा न होती

बात यह है कि हमारे चारों तरफ हवा रहती है । हवा और इसमें मौजूद धूल और पानी के कणो के कारण प्रकाश का काफी हिस्सा चारो तरफ बिखर जाता है और छाया मे रखी हुई वस्तु पर भी उसका कुछ अंश पहुँच जाता है । इसी बिखरे हुए प्रकाश के कारण छाया मे पड़ी हुई चीजे भी हमे दीख जाती है ।

यदि हवा न होती तो धरती पर छाया अधिक काली और अधिक साफ होती । उस समय यदि तुम आँख-मिचौनी का खेल खेलते हुए कही छाया में खडे हो जाते तो 'चोर' तुम्हे बिल्कुल पास आकर भी न देख पाता । ऐसी हालत मे खेल का मजा ही कुछ और होता । पर 'चोर' भी अगर उसी छाया में पहुँच जाता तो तुम भी उसे न देख पाते, क्योकि छाया मे प्रकाश बिल्कुल नही गिरता ।

पर ऐसी बात है नही। धरती पर हवा तो है ही। हवा के न रहने पर हमारा तुम्हारा भी धरती पर रहना बिल्कुल असम्भव हो जाता और ये खेल भी न खेले जा सकते।

तीन : : परावर्त्तन और आवर्त्तन

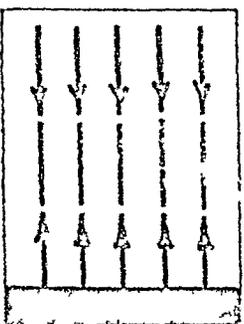
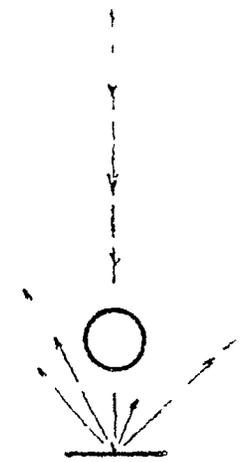
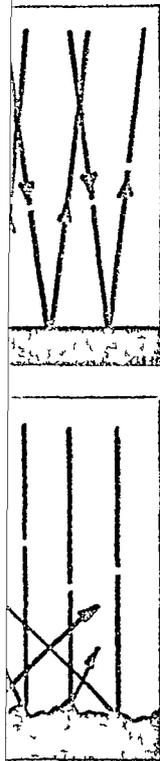
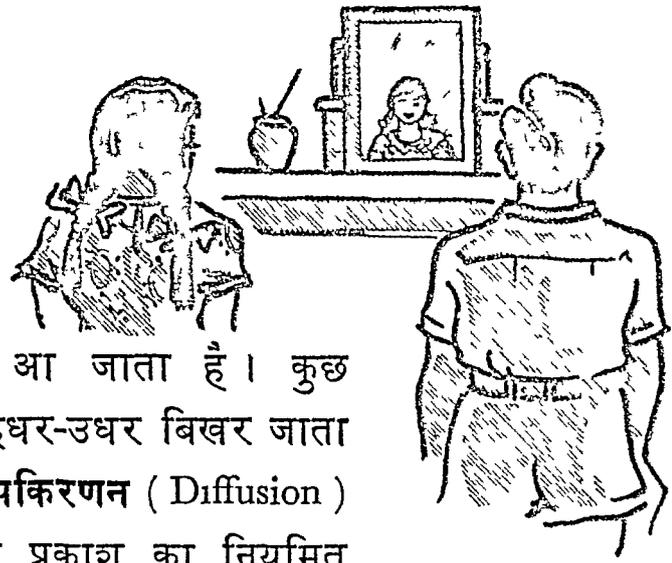
तुम जानते हो कि किसी वस्तु पर गिरने वाला या उसीसे निकलने वाला प्रकाश जब उससे चलकर या टकरा कर लौट कर हमारी ऑखो तक आ जाता है तो हमे वह वस्तु दिखाई देने लग जाती है। प्रकाश के टकरा कर लौटने की इस क्रिया को **परावर्त्तन** (Reflection) कहते है।

प्रकाश का परावर्त्तन बहुत जरूरी है। इसके बिना प्रदीप्त वस्तुओ के सिवा और कुछ दिखाई नही दे सकता । लेकिन अगर प्रकाश का परावर्त्तन अचानक बन्द हो जाय तो क्या होगा ? सडक दिखाई देनी बन्द हो जायगी। आसपास के मकान और दूकान नही दीखेगी । सडक पर चलते आदमी भी नजरो से ओझल हो जायगे। तुम आवाज तो सुन सकोगे, पर किसी को देख नही पाओगे। रात मे आकाश मे तारे तो प्रदीप्त होने के कारण दीखते रहेगे, पर चॉद नही दीखेगा। मोटरो की जलती बत्तिया तो दीखेगी, पर मोटर नही। यह सब कैसा लगेगा, इसकी तुम कल्पना कर सकते हो? और यह सब क्यों? सिर्फ इसलिए कि प्रकृति का एक काम रुक गया है—प्रकाश का परावर्त्तन बन्द हो गया है। जबतक परावर्त्तन नही होगा, कुछ दिखाई नही देगा। कुदरत के खेल भी कैसे विचित्र है।

अलग-अलग वस्तुओं की परावर्त्तन की ताकत भी अलग-अलग होती है। कुछ वस्तुओं से प्रकाश अधिक अच्छी तरह लौटता है और कुछ से कम अच्छी तरह से । दर्पण इस किताब के सफेद कागज से ज्यादा प्रकाश का परावर्त्तन करता है। चांदी का बर्त्तन मिट्टी के बर्त्तन से अधिक परावर्त्तन करता है।

कुछ वस्तुएं अपने पर गिरनेवाले प्रकाश का परावर्त्तन इस तरह से करती है कि जिन वस्तुओं से चल कर उनपर प्रकाश पड़ता है उनकी शक्ल ही उनमे दिखाई देने लग जाती है । अगर इस तरह की किसी चीज पर तुमसे चल कर प्रकाश पड़े तो उसमें तुम्हारी शक्ल ही दीखने लगेगी। इस तरह की चीजे स्वभावतः दर्पण का या उस जैसा ही काम करती है।

बाहर धूप में रखी चमकती थाली की तरफ देखो । कैसी चकाचौध होती है! और पास ही रखी ईट की तरफ भी देखो । कोई चमक नही है। इसका क्या कारण है ?

जब प्रकाश किसी सतह पर गिरता है तो उसका परावर्त्तन अवश्य होता है। इसकी तुलना तुम गेंद के जमीन पर गिरने से कर सकते हो। जब रबड़ की गेंद धरती पर गिरती है तो वह उछलती है। गेद अगर धरती पर सीधी गिरती है तो वह लौट कर वापस आ जाती है, तिरछी गिरती है तो वह लौट कर आने की बजाय सामने की तरफ तिरछी चली जाती है। यह तो हुआ तब, जब तुम गेद को किसी सीधी सपाट सतह पर फेकते हो, लेकिन अगर कंकडो पर फेको तो वह किसी भी तरफ उछल कर जा सकती है।

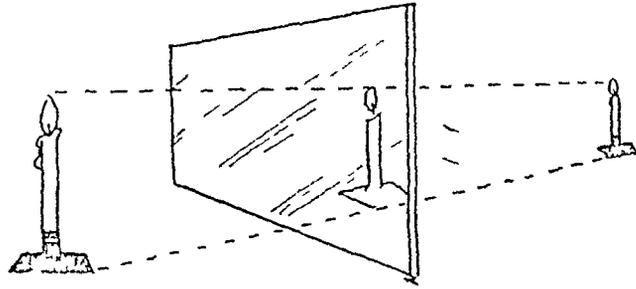
प्रकाश जब किसी सतह पर गिरता है, तब इन दो बातों में से कोई एक बात हो सकती है—सतह अच्छी, चिकनी और चमकदार हो तब तो लगभग सारे-के-सारे प्रकाश का परावर्त्तन हो जायगा—इस तरह के परावर्त्तन को **नियमित परावर्त्तन** (Regular Reflection) कहते है। पर ऐसा भी हो सकता है कि जिस सतह पर प्रकाश पड़

रहा है, वह ऐसी न हो । इस हालत मे प्रकाश के कुछ ही हिस्से का परावर्त्तन होता है, जो लौट कर हमारी आखों तक आ जाता है। कुछ प्रकाश वही खप जाता है, पर अधिकांश इधर-उधर बिखर जाता है। प्रकाश के बिखरने की इस क्रिया का नाम **उपकिरणन** (Diffusion) है। धूप मे रखी चमकती थाली अधिकाश प्रकाश का नियमित परावर्त्तन कर देती है। इसीलिए वह चमकती हुई दिखाई देती है, पर ईट प्रकाश का उपकिरणन करती है। इसलिए वह इतनी नही चमकती।

अब हम दर्पण की बात फिर से ले। दर्पण की सतह पर गिरने वाला सारा प्रकाश बिना उपकिरणन के वापस लौट जाता है। दर्पण हमेशा अपारदर्शक होते है । अधिकांश दर्पण अच्छी किस्म के काच के बने होते है, जिनकी पिछली सतह पर चादी, पारे या सीसे के कुछ रसायन लगा कर उनकी सतह को और भी ज्यादा परा-वर्त्तन करने तथा प्रकाश रोकने के लायक बना देते हैं । मगर कई दूसरे पदार्थ भी दर्पण का काम दे देते है। तुमने रामायण सुनी है ? उसमे नारद के मोह की कथा भी अवश्य सुनी होगी। मायानगरी की राजकुमारी के स्वयवर से तिरस्कृत होकर नारद ने पानी मे जाकर ही अपनी बन्दर जैसी सूरत देखी थी। स्थिर पानी दर्पण का काम काफी अच्छी तरह से करता है। गरमियो मे घड़े से पानी लेते वक्त तुमने कई बार अपना प्रतिबिम्ब उसके पानी मे देखा होगा। कलई के बर्त्तन पर भी तुम्हारा अक्स दिखाई देता है। कई बार चमक-दार पालिश की हुई वस्तुओ मे भी तुमने अपना प्रतिबिम्ब देखा होगा।

प्रतिबिम्ब या अक्स

दर्पण या दर्पण जैसी सतह मे दिखाई देने वाली शक्ल को **प्रतिबिम्ब** (Image) कहते है और इस तरह से शक्ल का बनना **प्रतिबिम्बन** कहलाता है।

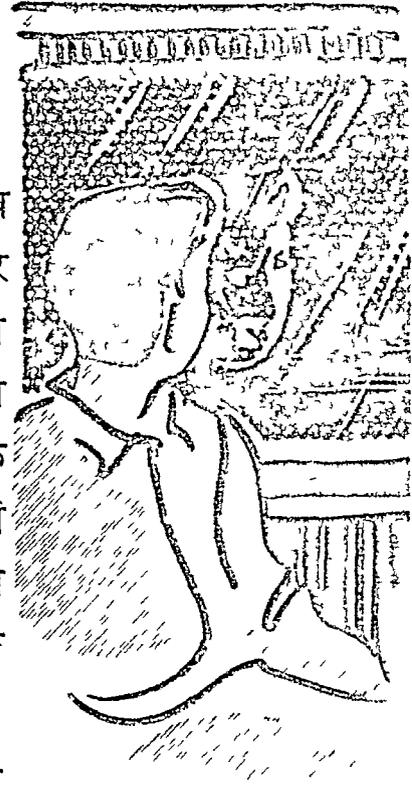
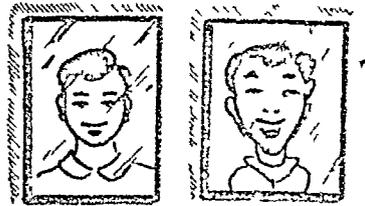
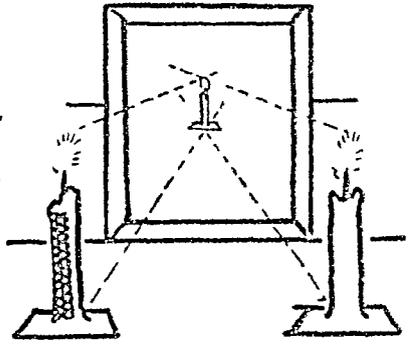
दर्पण मे ऐसा लगता है कि जैसे तुम्हारे जैसा ही कोई और आदमी दर्पण के पीछे खडा हो। लेकिन एक फर्क होता हे। अगर कोई

दूसरा आदमी तुम्हारे सामने तुम्हारी तरफ़ मुँह करके खड़ा हो तो उसका दांया हाथ तुम्हारे बांये हाथ की तरफ और बांया हाथ दांये हाथ की तरफ रहता है, परन्तु प्रतिबिम्ब का दांया हाथ तुम्हारे दांये हाथ की तरफ और बांया हाथ बांयें हाथ की तरफ दिखाई देता है।

जब तुम दर्पण के सामने खड़े होकर अपना चेहरा देखते हो, तब तुम्हारे चेहरे से परावर्तित प्रकाश का दर्पण की सतह से परावर्तन होता है---कुछ प्रकाश लौट कर तुम्हारी आँखो तक आ जाता है, जिसके कारण तुम्हें अपना प्रतिबिम्ब दिखाई देने लगता है। प्रतिबिम्ब हमेशा उसी दिशा में दीखता है जिस

तरफ किसी वस्तु से चला प्रकाश जाता है। वह दर्पण में उतनी ही दूर पीछे दिखाई देता है जितनी दूर वह वस्तु उसके सामने होती है। कभी पहले तुमने इस बात पर ध्यान न दिया हो तो अबकी बार जरूर देना।

मगर यह कोई जरूरी बात नही कि अपारदर्शक सतह ही दर्पण का काम करे। कभी-कभी अल्पपारदर्शक और पारदर्शक सतह भी दर्पण का काम करने लगती है। स्थिर पानी इसका एक उदाहरण है। सर्दियों मे रेलगाडी में सफर करते समय हवा को रोकने के लिए खिडकियो को बन्द कर देते हैं, पर बाहर के दृश्य देखने के लिए कांच की खिडकी को ही बन्द करते है। दिन मे तो बाहर की चीजे खूब साफ दिखाई देती है, पर अधेरा होने पर क्या होता है ? बाहर की चीजे दीखना बन्द हो जाती है और खिडकी में तुम्हें अपना और आसपास की चीजों का प्रतिबिम्ब दिखाई देने लगता है।

दिन में तुमसे और आसपास की चीजों से चला प्रकाश कांच की खिड़की तक जाता है और उसके कुछ हिस्से का उससे परावर्तन भी होता है, जो लौट कर तुम तक वापस आ जाता है। लेकिन बाहर का प्रकाश, जो खिड़की को पार करके आता है, कही अधिक तेज होता

है। इसलिए तुम्हें बाहर की चीजे तो दीख जाती है, पर अपना प्रतिविम्व नही दीख पाता। अधेरा होने पर यह बात नही रहती। तब बाहर का प्रकाश तो अन्दर आता नही, जिससे कि बाहर की चीजे दीख पावें। हां, तुमसे और आसपास की चीजों से चला अधिकाश प्रकाश परावर्तन के बाद लौट कर वापस तुम्हारे पास आ जाता है, जिसके कारण तुम्हे अपना और आसपास की चीजो का प्रतिबिम्ब दिखाई देने लग जाता है—काच की पारदर्शक खिड़की का अच्छा-खासा दर्पण बन जाता है। तुम्हारा ध्यान इस तरफ गया तो जरूर होगा, पर क्या तुमने कभी इसका कारण जानने की कोशिश की थी ?

मेज पर एक दर्पण रखो। उसके सामने बराबर दूरी पर एक लाल और एक हरे रंग की मोमबत्ती रखो। बारी-बारी से दोनो मोमबत्तियो के पीछे जाकर दर्पण मे उनका प्रतिबिम्ब देखो। क्या दीखता है ? लाल मोमबत्ती का प्रतिबिम्ब हरा और हरी मोमबत्ती का लाल क्यो दिखाई देता है ? इसका कारण बहुत मामूली है। मोमबत्तिया दर्पण से बिल्कुल बराबर फासले पर है। वे उसके सामने नही है। इसलिए उनसे चलने वाला प्रकाश दर्पण पर तिरछा गिरता है और तुम यह समझ ही चुके हो कि तिरछा प्रकाश परावर्तन के बाद उधर ही वापस आने की बजाय दूसरी दिशा मे लौट कर जाता है। इसलिए उनका प्रतिबिम्ब प्रकाश के लौटने के रास्ते पर ही दीखता है। यहा पर प्रकाश के लौटने के रास्ते पर दूसरे रग की मोमबत्तिया रखी है। अत लाल मोमबत्ती का प्रतिबिम्ब हरी मोमबत्ती की जगह से दीखता है और हरी का लाल की जगह से।

दर्पण कई तरह के होते है। किसी दर्पण मे प्रतिबिम्ब हूबहू सामने वाली चीज जैसा ही दिखाई देता है तो किसी मे बड़ा विचित्र दीखता है—कभी मोटा, कभी पतला, कभी तिरछा और कभी औधा। महाभारत में तुमने पाण्डवों के नए महल मे दुर्योधन के धोखा खाने की कथा जरूर पढ़ी होगी। वह धोखे मे आकर कभी दीवारो को दरवाजा समझ कर उनसे टकरा जाता था तो कभी दरवाजे को दीवार समझ

कर खडा हो जाता था। कभी पानी को धरती समझ कर उसमें गिर पड़ता था तो कभी धरती को पानी समझ कर आगे बढ़ने से मना कर देता था। तुम्हे सारी कथा पढ़ कर बडी हँसी आई होगी। पर मालूम है तुम्हें कि यह सारी करामात दर्पणों की ही थी। कई व्यक्ति अपने मकानो में इस तरह के कमरे भी बनवाते है, जिनमें अनेक दर्पण लगे होते है। इन दर्पणो के कारण तरह-तरह के प्रतिबिम्ब दीखने लगते है। अगर तुम किसी ऐसे कमरे में पहुँच जाओ तो एक बार तो चक्कर मे पड ही जाओगे। बहुत से जादू के खेल दिखाने वाले इन दर्पणों की सहायता से ही अपने खेल दिखाते है।

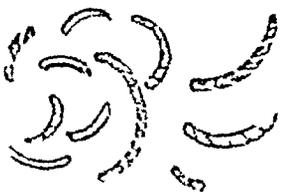
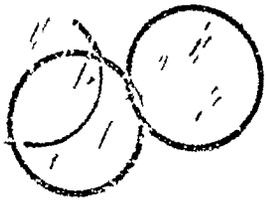
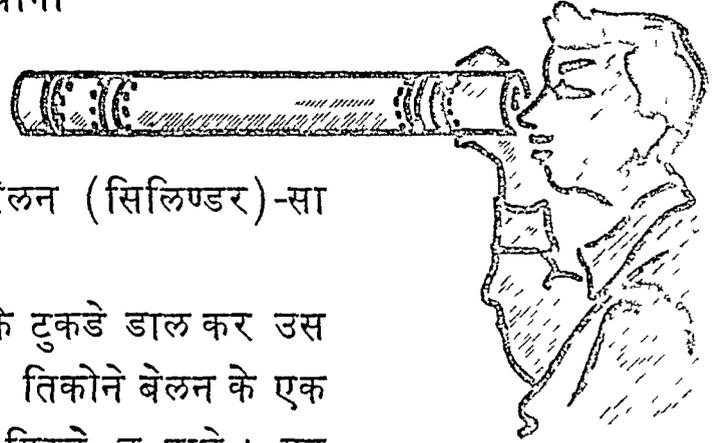
जिन दर्पणो से प्रतिबिम्ब टेढे-मेढे, बडे-छोटे या उल्टे-सीधे दीखते है, वे असल मे **वक्राकार** या **गोलाकार दर्पण** (Curved or Spherical Mirrors) होते है। उन पर पडी प्रकाश की किरणों का परावर्त्तन इस तरह से होता है कि उनमें किसी भी चीज का प्रतिबिम्ब ठीक उस वस्तु जैसा ही नही बन पाता। कलई के लोटे पर अपना प्रतिबिम्ब देखो तो तुम्हे इस तरह के दर्पण का अच्छा उदाहरण मिल जायगा।

वक्राकार दर्पण दो तरह के होते है—एक तो वे जिनमे यदि तुम अपना प्रतिबिम्ब देखो तो वह बहुत बडा दीखेगा—अच्छे-खासे नर-राक्षस जैसा ही। ऐसे वक्राकार दर्पणों को **नतोदर दर्पण** (Concave Mirror) कहते है। दूसरी तरह के वक्राकार दर्पणों मे तुम अपना प्रतिबिम्ब देखो तो वह बौने-सा छोटा दीखेगा। इस तरह के दर्पण **उन्नतोदर दर्पण** (Convex Mirror) कहलाते है।

यह भी करके देखो

दर्पण और परावर्त्तन के सिद्धान्तों के बारे में तुमने बहुत-कुछ पढ़ लिया है। परावर्त्तन के सिद्धान्त का फायदा उठा कर तुम अपने मनोरंजन का एक अच्छा खिलौना तैयार कर सकते हो। इस खिलौने को कैलेडस्कोप (Kaleidoscope) या फूलबीन कहते है।

कैलेडस्कोप बनाने के लिए इस सामान की जरूरत है:

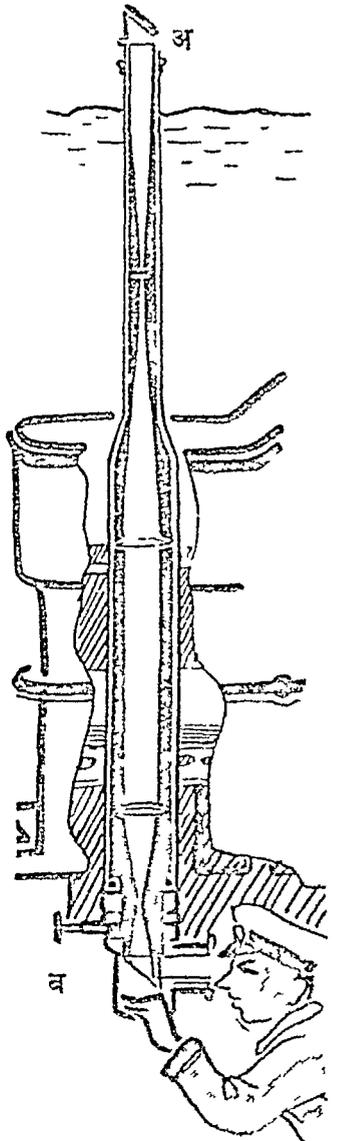
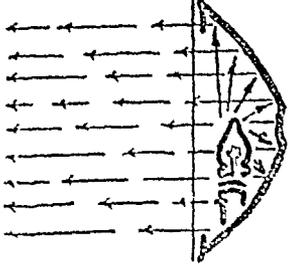
१. तीन कांच की पट्टियां (३"×½")

२. तीन काच की मामूली गोल पट्टियां (½" व्यास)
३. रगीन चूडियो के टुकड़े
४. रंगीन कागज, गोद और थोडा-सा धागा

काच की लम्बी पट्टियो का तिकोना बेलन (सिलिण्डर)-सा बनाकर उसे धागे से अच्छी तरह बाध दो।

काच की एक गोल पट्टी पर रगीन चूडी के टुकडे डाल कर उस पर दूसरी गोल पट्टी रख दो। धीरे से इन्हे तिकोने बेलन के एक मुँह पर इस तरह से बांध दो कि चूड़ी के टुकडे गिरने न पावे। यह कैलेडस्कोप का निचला हिस्सा है।

बेलन के ऊपरी हिस्से पर तीसरी गोल पट्टी इसी तरह से बाध दो। अब रगीन कागज से इस बेलन को अच्छी तरह गोल लपेट कर चिपका दो। निचले हिस्से को भी कागज से ढक दो। ऊपरी गोल पट्टी के बीच मे जरा-सी खाली जगह छोड़ कर उस पर भी कागज लगा दो। बस, तुम्हारा कैलेडस्कोप तैयार है।

कैलेडस्कोप के ऊपर के हिस्से को अपनी आँख के पास लाओ। दूसरी आँख बन्द करके कैलेडस्कोप के भीतर देखो। क्या दीखता है? जरा उसे घुमाओ तो, कैसे सुन्दर रग-बिरगे फूल बनते दीखते है!

बाहर से प्रकाश न आने के कारण बेलन की तीनो पट्टिया दर्पण का काम करने लगती है। इनमे चूडी के टुकडो के कई प्रतिबिम्व बन जाते है और यह सब मिलकर इतने सुन्दर दीखने लगते है।

जानते हो, समुद्र मे पानी के नीचे चलने वाली पनडुब्बियो से पानी पर चलने वाले जहाजो को कैसे देखा जाता है? पनडुब्बियो मे एक यन्त्र लगा होता है, जिसे पेरिस्कोप (Periscope) कहते है। चित्र मे देखो, **अ** और **ब** दो दर्पण है जो एक लम्बी नली के दोनो सिरों पर ४५° के कोण पर रखे हुए है। **अ** जल के ऊपर है। पानी पर चलने वाले जहाजो से चली प्रकाश-किरणों से ऊपर के दर्पण **अ** मे

प्रतिबिम्ब बनता है। प्रकाश को किरणों के परावर्त्तन के कारण इस प्रतिबिम्ब का प्रतिबिम्ब निचले दर्पण **ब** में बन जाता है जो वहां खड़े आदमी को दीख जाता है।

प्रकाश के परावर्त्तन का उपयोग और भी कई बातों में किया जाता है। तुमने मोटरकारों की बत्तियों पर भी कभी ध्यान दिया है? बत्ती के चारों तरफ जो कलई की चमकदार तश्तरी होती है, वह उसके प्रकाश को कही अधिक तेज कर देती है।

आवर्त्तन

पानी की भरी बाल्टी में अपना हाथ डाल कर देखें तो लगता है मानों हाथ ही टेढ़ा हो गया हो।

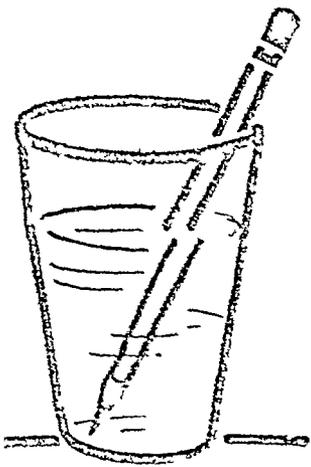
कांच के गिलास में पानी डालकर उसमे अपनी पेंसिल डुबा कर देखो तो वह भी टेढी दीखती है।

पानी मे डालने से हाथ टेढा क्यों दीखता है? या पेन्सिल टेढी क्यों दिखाई देती है?

तुम जानते हो कि प्रकाश पारदर्शक पदार्थो से गजर जाता है। हवा, कांच, पानी, ये सब पारदर्शक पदार्थ ही हैं। ऊपर के प्रयोग दो पारदर्शक पदार्थो के साथ थे—हवा और पानी।

पानी में पड़ी पेन्सिल हमे उस प्रकाश के कारण दिखाई देती है, जो परावर्त्तन के कारण पेन्सिल से लौटकर हमारी आँखों तक आ जाता है। प्रकाश हमेशा सीधी किरणों मे चलता है। पर इस पर भी पेन्सिल का पानी के नीचे का हिस्सा हमे इसलिए टेढा दिखाई देता है कि पानी के माध्यन से बाहर हवा के माध्यम में आते समय प्रकाश की किरणे टेढ़ी हो जाती है।

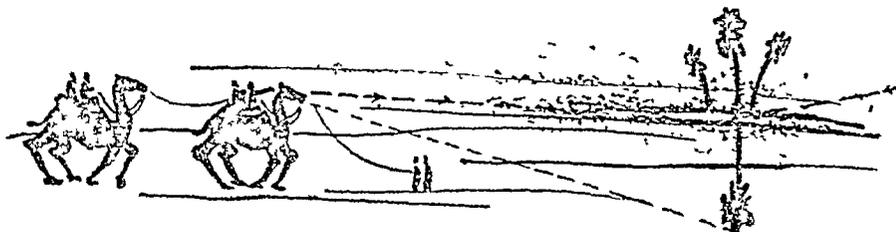
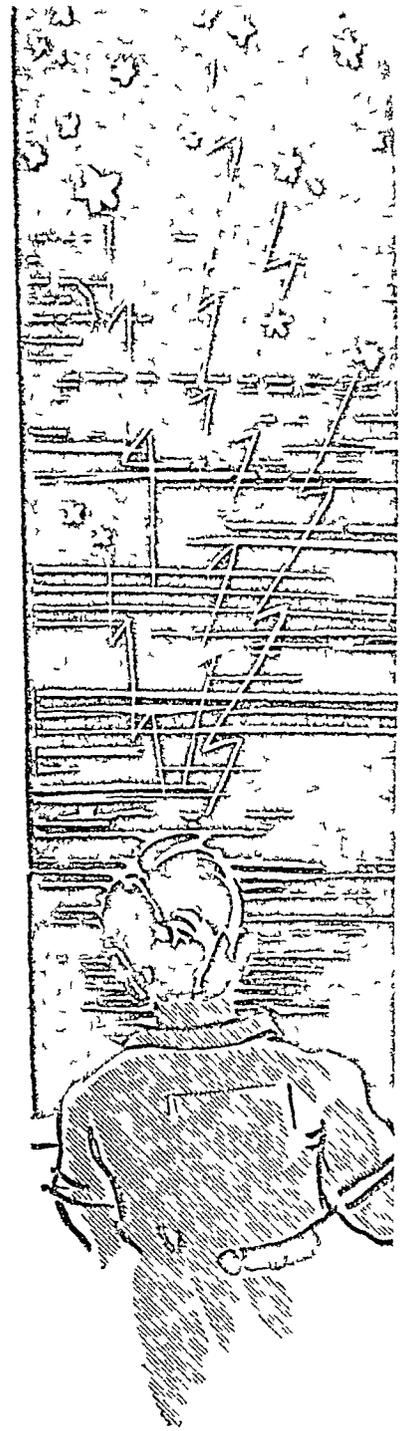
इस तरह के पदार्थ जिनमें प्रकाश चल सकता है, उसके **माध्यम** (Medium) कहलाते है। हवा, पानी, कांच, ये सब प्रकाश के अलग-अलग माध्यम है।

प्रकाश की किरणे एक माध्यम से दूसरे माध्यम मे जाते समय

टेढी हो जाती है। प्रकाश की किरणों के टेढे होने की इस क्रिया को ही **आवर्त्तन** (Refraction) का नाम दिया गया है।

प्रकाश के आवर्त्तन को हम रोज देखते है, पर शायद ही कभी हमारा ध्यान उसकी तरफ जाता है। नदी में नहाते हुए तुम्हारा ध्यान गया होगा कि उसकी तली कुछ ऊपर दीखती है, जैसी वह वास्तव मे नही होती। उथले पानी मे चलते हुए तो कई बार धोखा ही हो जाता है। तुम तली को ऊपर समझ कर पैर रखते हो और वह काफी नीचे जाकर रुकता है।

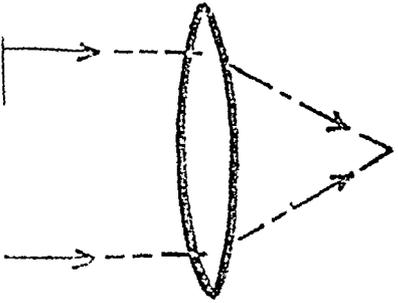
सफेद कागज पर स्याही या पेन्सिल से थोडी दूर पर दो निशान बना दो। एक निशान के ऊपर पानी भरा गिलास रख दो। ऊपर से देखने पर क्या लगता है ? गिलास के नीचे वाला निशान दूसरे निशान से ज्यादा ऊचा दीखता है न ? वास्तव मे ये निशान ऊचे-नीचे नही होते। प्रकाश के आवर्त्तन के कारण ही गिलास के नीचे वाला निशान दूसरे निशान से ऊचा दिखाई देता है।

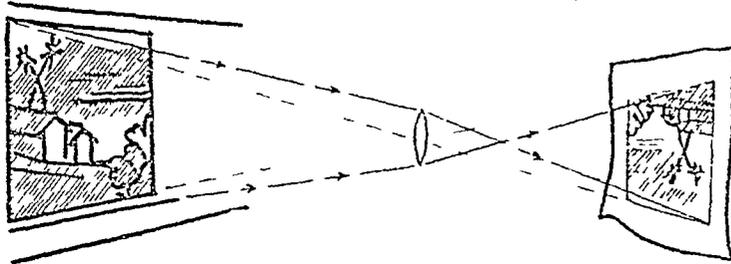
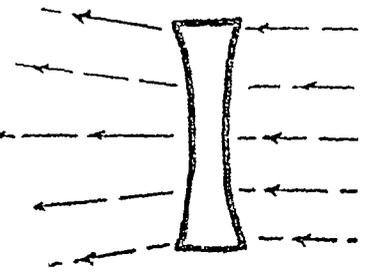
रात को टिमटिमाते तारे कैसे अच्छे लगते है। पर क्या तारे सचमुच टिमटिमाते है ? तारे धरती से बहुत दूर है। तारो से आने वाले प्रकाश को हमारी आँखो तक आने के पहले कई माध्यमो से गुजरना पड़ता है। हवा सभी जगह एक-सी भारी या सघन नही होती। धरती से ऊपर हवा लगातार हल्की ग्रौर पतली होती चली जाती है। प्रकाश को हवा की इन पट्टियो से भी गुजरना पडता है। हवा की हरएक पट्टी मे हल्केपन ग्रौर विरलता का भेद होने से उसके गुण भी बदलते रहते है। इसलिए हवा की हरएक पट्टी एक नए माध्यम का काम करती है। इनको पार करते-करते प्रकाश की किरणो का कई जगह आवर्त्तन होता है, जिसके कारण वह तारा हमे टिमटिमाता दीखने लगता है।

इसी तरह के आवर्त्तन के कारण रेगिस्तान मे सफर करते यात्रियों को रेगिस्तान मे **मृग-मरीचिका** (Mirage) का अनुभव होता है। उन्हे दूर के पेड़ों और हरियाली के प्रतिविम्ब रेत मे

दीखने लग जाते हैं जिन्हें वे वास्तविक समझ लेते हैं। उन्हे ऐसा मालूम होता है जैसे वहाँ पानी भरा हो।

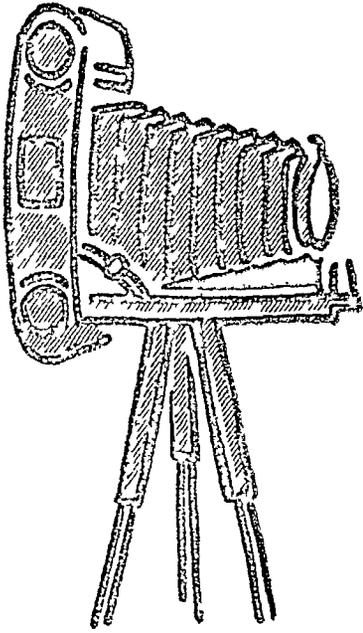
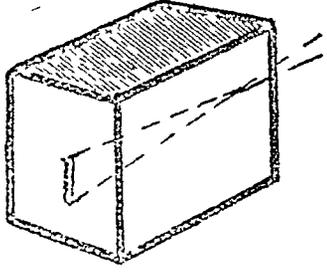
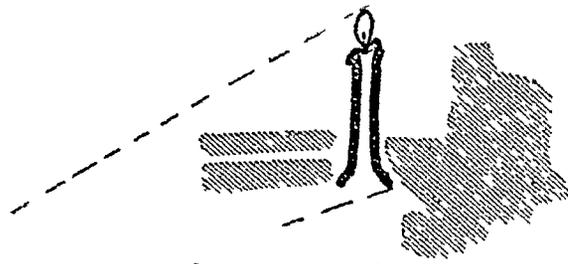
इसी तरह से गर्मियों में शहर की पक्की सड़कों पर चलते समय कई बार ऐसा लगता है कि सड़क पर पानी पडा हुआ है, जबकि वास्तव मे सडक पर पानी नही होता। यह भी प्रकाश के आवर्त्तन का ही एक खेल है।

आसपास काफी लोग चश्मा लगाये नजर आते है। चश्मे में लगने वाले काच को लैंस कहते हैं। हमारी आँखों मे भी प्रकृति का दिया एक ऐसा ही लैन्स होता है, जिसके कारण हम देख पाते हैं। अगर इस प्रकृतिप्रदत्त लैंस में कुछ खराबी हो जाय तो उसे इन कांच के बने लैंसो से दूर करने की कोशिश करते है। ये लैंस वक्राकार होते है। अपनी वक्र सतह से वे अपने से गुजरने वाले प्रकाश को मोड देते है।

तुमने कभी **आतशी शीशा** (Magnifying Glass) देखा है? आतशी शीशा भी एक तरह का लैंस ही होता है। तुमने देखा होगा कि आतशी शीशे से अगर अक्षरों को देखा जाय तो वे काफी बडे, मोटे और साफ दिखाई देने लगते है। आतशी शीशा बीच मे मोटा होता है और किनारो पर पतला। इस तरह के लैंस को **उन्नतोदर लैंस** (Convex Lens) कहते हैं। उन्नतोदर लैंस मे होकर जब प्रकाश की किरणे गुजरती है तो वह उन्हे अपने सबसे मोटे हिस्से की तरफ मोड देता है। इसी कारण से उन्नतोदर लैंस से देखने पर चीजे बडी दीखती हैं। जिस बिन्दु पर ये आवर्तित किरणे जाकर मिलती है वह लैंस का **फोकस** (Focus) कहलाता है। लैंस और फोकस के बीच की दूरी को **फोकस-अन्तर** (Focal Length) कहते है।

उन्नतोदर लैंस से यदि सूर्य के प्रकाश को गुजारा जाय तो लैंस के फोकस पर सूर्य की किरणों से इतनी गर्मी पैदा हो जाती है कि वे अगर किसी कागज या कपडे पर पड़े तो उसमें आग पैदा हो जाती है।

उन्नतोदर लैंस का उपयोग चश्मों के अलावा और भी कई चीजो मे होता है। तस्वीर खीचने के कैमरा मे भी उन्नतोदर लैस का प्रयोग किया जाता है । जब किसी वस्तु से आनेवाला प्रकाश इस लैस से गुजरता है तो लैस के फोकस पर उसका वास्तविक और उल्टा प्रतिबिम्ब बन जाता हैं, पर वह वस्तु लैस से एक खास दूरी पर होनी चाहिए। उन्नतोदर लैस के वास्तविक प्रतिबिम्ब और साधारण समतल दर्पण के साधारण प्रतिबिम्ब मे बडा अन्तर होता है। वास्तविक प्रतिबिम्ब को परदे पर लिया जा सकता है, लेकिन साधारण प्रतिबिम्ब केवल देखा जा सकता है। उसे परदे पर नही लिया जा सकता।

उन्नतोदर लैस के अलावा एक तरह का लैस और भी होता है। यह लैस बीच में पतला होता है और किनारो पर मोटा। इस तरह के लैस **नतोदर लैस** (Cancave Lens) कहलाते है। नतोदर लैस से जब प्रकाश की किरणे गुजरती है तो वह उन्हे अपने सबसे मोटे भाग की तरफ फैला देता है। उसका फोकस उसी तरफ होता है जिस तरफ से उस पर प्रकाश गिरता है। अगर तुम इस पुस्तक के अक्षरो को नतोदर लैस से पढने की कोशिश करोगे तो तुम देखोगे कि उससे अक्षर छोटे दिखाई देते है।

कुछ लैस ऐसे होते है जो एक ही तरफ मुडे हुए होते है और दूसरी तरफ़ से समतल होते है। कुछ की गोलाई बहुत अधिक होती है तो कुछ की बहुत कम। लैस की गोलाई जितनी ज्यादा होगी, प्रकाश की किरणे उतनी ही ज्यादा मुड़ेगी।

चार : : कैमरा और आँख

तस्वीर खीचने और कैमरा रखने का शौक किसे नही होता? चाहो तो तुम भी अपने लिए एक छोटा-सा कैमरा तैयार कर सकते हो।

इस तरह का कैमरा लकडी का एक छोटा-सा डिब्बा होता है, जो एक तरफ खुला हुआ होता है। अन्दर से यह डिब्बा काले रग का होता है। खुले हुए भाग के सामने बीच मे एक बहुत बारीक छेद होता है। खुले हुए भाग पर एक दूधिया शीशा लगा कर कैमरे को इस तरह से बन्द कर लेते है कि उसमे सामने वाले छेद के अलावा और कही से प्रकाश न जाने पाये। कैमरा के इस सुई जैसे छोटे छेद के कारण इस कैमरे को **सुई के छेद वाला कैमरा** (Pinhole Camera) कहते हैं।

इस कैमरे की तस्वीर तो तुम भी देखना चाहोगे। छेद के पास एक मोमबत्ती जला कर रख दो। कैमरे के पीछे देखो—दूधिया शीशे पर जलती हुई मोमबत्ती की तस्वीर दिखाई देगी, पर वह सीधी नही, औंधी होगी।

लेकिन तस्वीर तो ऐसी होनी चाहिए कि तुम चाहो तो उसे अपने सग्रह मे रख लो और चाहो तो उसे अपने दोस्त को दे दो। जाहिर है, सुई के छेद वाले कैमरे से इस तरह की तस्वीर नही ली जा सकती और न उसमें इसका कोई प्रबन्ध होता हैं। इस काम के लिए तस्वीर खीचने का कैमरा ही काम में लाया जाता है।

साथ के चित्र को देखो, इसमें तस्वीर खीचने के कैमरा की बनावट दिखाई गई है । कैमरे के सामने एक उन्नतोदर लैन्स लगा होता हैं। लैन्स एक खटके से ढका होता है। इस खटके के कारण कैमरे मे प्रकाश बिल्कुल नही जा सकता। इस खटके को तस्वीर खीचते वक्त ही खोला जाता हैं। जिस वस्तु की तस्वीर खीचनी होती है, उससे चली प्रकाश की किरणें इस लैन्स से गुजर कर कैमरे के पिछले हिस्से पर जाती है, जहां तस्वीर खीचने की फिलम पर वे उसका वास्तविक औधा प्रतिबिम्ब बनाती है। यह फिल्म सिल्वर नाइट्रेट आदि कुछ रासायनिक पदार्थो की बनी होती है। फिलम पर प्रकाश का तुरन्त असर पड़ता है। प्रकाश अपनी तेजी के अनुसार सिल्वर नाइट्रेट को काला कर देता है। इससे उस पर वस्तु का प्रतिबिम्ब बन जाता है। खटके को खोल कर फिल्म पर वस्तु का प्रतिबिम्ब लेने के बाद अंधेरे कमरे मे उसे कुछ विशेष रसायनों में धोते है, जिससे यह

प्रतिबिम्ब स्थायी हो जाता है । तस्वीर का यह पारदर्शक स्थायी प्रति-बिम्ब निगेटिव कहलाता है । निगेटिव से तस्वीर छापने के कागज पर उसकी प्रतियां छाप ली जाती है।

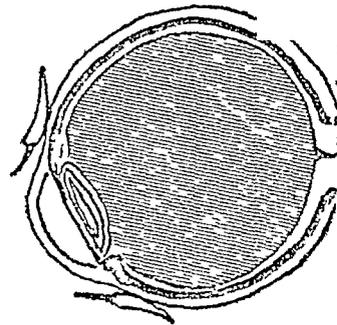
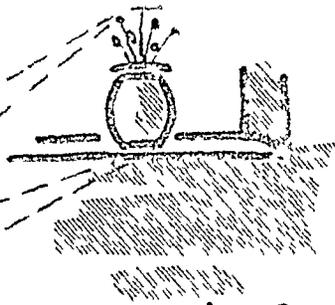
अब तस्वीर छापने की कला बड़ी विकसित हो गई है । पहले तस्वीरे एक रंग की ही खीची जा सकती थी, पर अब तो रगीन तस्वीरो का लेना भी सम्भव हो गया और आधुनिक कैमरे तो इतने अच्छे बनने लगे है कि उनसे एक सैकंड के पांचसौवे भाग से भी कम समय मे तस्वीर ली जा सकती है ।

हमारी आँख

आँख हमारे लिए कितनी जरूरी है । यह हमारे चेहरे की शोभा ही नही है, बल्कि बाहरी दुनिया से हमारे सम्बन्धों का आधार भी है । पर शायद तुम्हे मालूम न हो, आँख वास्तव मे ऐसी नही होती, जैसी वह हमे बाहर से दीखती है। नीचे के चित्र मे आँख की बनावट दिखाई गई है । कैसी अजीब दीखती है ?

तुम्हे कैमरे की बनावट याद है न ? हमारी आँख कैमरे से बहुत-कुछ मिलती है । उसकी बनावट को आँख की बनावट से मिलाओ ।

आँख के गोले मे यह कौडी जैसी चीज क्या है ? यह **आँख का लैन्स** है । पर आँख का लैन्स कैमरे के लैन्स की तरह काच का बना हुआ न होकर पारदर्शक तन्तुओ का बना होता है । यही वह प्रकृति का दिया हुआ लैन्स है, जिसकी चर्चा हमने पहले की थी ।

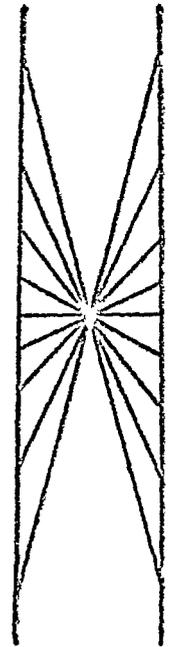
आँख के लैन्स के चारों तरफ वे पेशियां है जो लैन्स को उसकी जगह पर रखती है । इसके अलावा इन पेशियो का एक काम और है । दूर और पास की चीजो को देखने के लिए वे आँख के लैन्स की जरूरत के मुताबिक उसकी मोटाई को कम या ज्यादा कर देती है। आँख के लैन्स की मोटाई का इस तरह से बदलना बहुत जरूरी है, क्योंकि उसके बिना साफ नही दिखाई दे सकता । किसी भी कृत्रिम लैन्स की मोटाई इस तरह से घटाई-बढ़ाई नही जा सकती ।

कभी तुम्हारा ध्यान आँख के **तिल** पर भी गया है क्या ? शायद तुम्हें मालूम न हो, तिल **पुतली** के ऊपर नही होता। तिल वास्तव मे एक छेद होता है जिससे होकर बाहर के पदार्थो से आने वाला प्रकाश आॅख मे प्रवेश करता है। पुतली का एक काम और भी है, और वह है आॅख की आवश्यकता के अनुसार प्रकाश को आने देने का। तेज प्रकाश मे यह तिल को संकुचित कर देती है और हल्के प्रकाश मे उसे फैला देती है। इस बात का तुम्हे भी अनुभव होगा कि हल्के प्रकाश से अचानक तेज प्रकाश मे आ जाने से आॅखो मे चकाचौध हो जाती है, क्योंकि तिल को संकुचित होने मे कुछ देर लगती है। बहुत तेज प्रकाश वैसे भी आॅख के लिए बुरा है, क्योंकि उससे आॅख के परदे को नुकसान पहुॅचता है। इसी तरह से तेज प्रकाश से एकदम बहुत हल्के प्रकाश में जाने से आॅखों के सामने अधेरा-सा आ जाता है, क्योंकि तिल एकदम फैल भी नही सकता है।

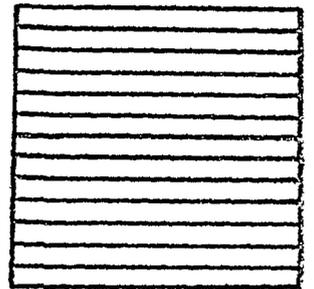
आॅख का सारा गोला दो तरह के पारदर्शक द्रवों से भरा होता है। एक तरह का द्रव लैन्स के आगे होता है और दूसरी तरह का उस के पीछे। आॅख के पिछले भाग में **आँख का परदा** होता है। यह परदा कैमरे की फिल्म की तरह होता है। यह परदा असंख्य छोटी-छोटी शिराओ से मिलकर बनता है, जो नीचे जाकर **आंख की नाड़ी** मे मिल जाती है।

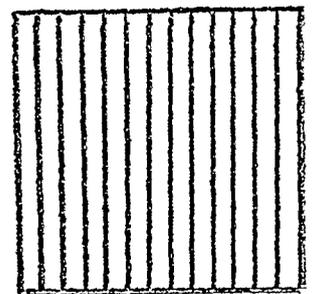
बाहर की जिस चीज को हम देखते है उससे चली प्रकाश की किरणे कैमरे की तरह ही आॅख के लैन्स को पार करके परदे पर उसका औधा प्रतिबिम्ब बना देती है। आॅख की नाडी के द्वारा हमारा मस्तिष्क उसका सीधा अनुभव कर लेता है।

दृष्टि-भ्रम

हो सकता है कि तुम्हारी निगाह बिल्कुल ठीक हो, पर फिर भी कभी-कभी ऐसा हो सकता है कि तुम किसी चीज को देखकर इस बात पर पूरी तरह से विश्वास न कर सको कि तुम्हारी निगाह वास्तव मे अच्छी है। जरा इन तस्वीरों की तरफ देखो। पहले चित्र में दो

रेखाएं हैं। बिना नापे बताओ, दोनो की लम्बाई में कितना अन्तर है? तुम शायद नापने पर ही जवाब दे सको। वास्तव में छोटी लकीर बड़ी लकीर की आधी है, पर लकीरों की स्थिति के कारण देखने मे दोनों मे अन्तर कम ही लगता है।

दूसरे चित्र मे देखकर ऐसा लगता है कि ऊपर और नीचे की लकीरे एक-दूसरी की तरफ मुडी हुई है, पर वास्तव मे ऐसा नही है। दोनों लकीरे बिल्कुल सीधी है और एक-दूसरे के सामानान्तर है। यह धोखा ऊपर से नीचे तक की लकीरों के कारण ही है।

तीसरे और चौथे चित्र की तरफ देखकर बताओ, कौनसा आयत बडा है? वास्तव मे दोनों मे कोई बडा या छोटा नही है, दोनो एक बराबर है, पर बीच की लकीरों से एक ज्यादा लम्बा दीखता है और दूसरा ज्यादा चौडा। इस तरह के भ्रमो को **दृष्टि-भ्रम** (Optical Illusion) कहते है।

पांच : : देखने के उपकरण

लैन्स और दर्पण के बारे मे तुम पढ चुके हो। हमारी रोजाना की जिन्दगी में ये बहुत जरूरी है। आँख के बारे मे पढते समय तुमने उसके लैन्स की अपनी मोटाई घटा-बढा लेने की बात पढी थी। मान लो, किसी तरह इस लैन्स की यह ताकत कम हो जाय तो? पिछले युग मे तो इसका मतलब लगभग अन्धा वन जाना था, लेकिन अब लैन्स की सहायता से बहुत से कमजोर आँखो वाले भी ठीक से देख सकते है। जिन लोगो की आँखे कमजोर हो जाती है या जिन्हे ठीक दीखना वन्द हो जाता है, उनमे से कुछ पास की चीजे मुश्किल से देख पाते है तो कुछ दूर की। कुछ लोग दूर और पास की चीजे तो देख सकते हैं, पर किसी खास तरफ अच्छी तरह से नही देख सकते।

निगाह की यह खराबी आँख के लैन्स के खराब होने से पैदा होती हैं। इस खराबी पर कांच के बने लैन्स लगाकर काबू किया जा सकता है। इसके लिए आँखो के डाक्टर आँख की अच्छी तरह से

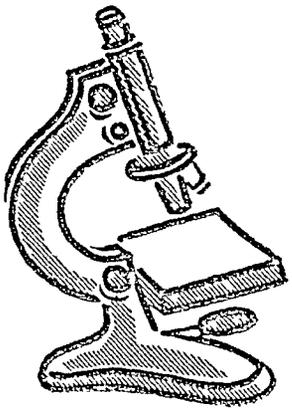
परीक्षा करके ऐसे लैन्स का नम्बर दे देते हैं, जिसका चश्मा लगाने से साफ दीखने लग जाता है।

चश्मा बड़ी सावधानी से बनवाना चाहिए। अगर लैन्स का नम्बर तनिक भी गलत रह जाय तो उससे उल्टा नुकसान होता है। इसलिए अगर चश्मे की जरूरत ही पड़े तो आँखों के किसी प्रामाणिक डाक्टर के पास ही जाना चाहिए। शौकिया चश्मा लगाना तो ऐसा ही है जैसे शौकिया अपंग बन जाना।

अच्छा, यह तो बताओ, छोटी-से-छोटी चीज क्या हो सकती है ? तुम कह सकते हो, "सुई की नोंक ! और क्या ?" महाभारत मे भी तो पढ़ा था कि जब पाण्डवों की तरफ से भगवान श्रीकृष्ण कौरवो से समझौते की बात करने के लिए गये थे तो दुर्योधन ने पाण्डवो को सुई की नोंक के बराबर भी हिस्सा देने से मना कर दिया था। फिर कहो, इससे भी छोटी और क्या चीज हो सकती है ?

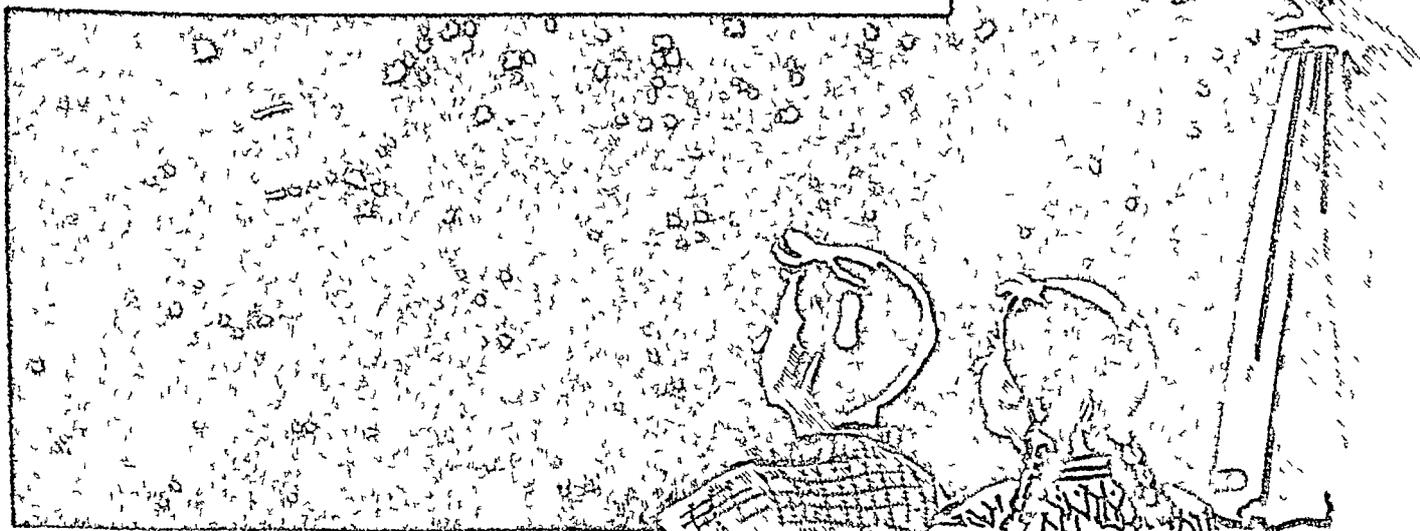
लेकिन तुम्हे यह सुनकर आश्चर्य होगा कि सुई की नोंक तो बहुत बडी होती है। उससे दस हजार और बीस हजार भाग से भी ज्यादा छोटे ऐसे असख्य जीव और पदार्थ है, जो हमे कोरी आँख से दीख ही नही सकते।

ऐसी और इनसे भी छोटी चीजों को, जो हमे अपनी आँखों से नही दीख पाती है, **खुर्दबीन** या **अणुवीक्षण यन्त्र** (Microscope) से देखा जाता है। बहुत पहले जो खुर्दबीन बने थे, उनकी ताकत इतनी कम थी कि वे आज के मामूली खुर्दबीन का मुकाबला भी नही कर सकते थे, लेकिन अब तो मामूली खुर्दबीन भी किसी भी सूक्ष्म पदार्थ को आसानी से २०० गुना बडा करके दिखा देते है। सुई की नोंक को ऐसी खुर्दबीन से देखे तो सोचो, वह कैसी दीखेगी ?

खुर्दबीन मे लैन्सो के कम-से-कम दो जोड़े होते है—आँख के पास और नली के नीचे—देखने वाली चीज के पास। जिस चीज को देखना होता है, उसके बहुत थोडे अश को काच की एक साफ स्लाइड पर रख कर नली के नीचे इस तरह रखते है कि उस पर खूब प्रकाश पड़ता रहे।

फिर नली के ऊपर से पदार्थ को देखते हैं। हो सकता है कि इस तरह देखने पर पहले कुछ न दीखे। इसका कारण खुर्दबीन का गलत फोकस पर होना है। इसलिए ऊपर-नीचे करने वाले पेच की सहायता से नली को ऐसी जगह पर ले जाते है कि पदार्थ साफ-साफ दीखने लगे। यही ठीक फोकस की जगह होती है।

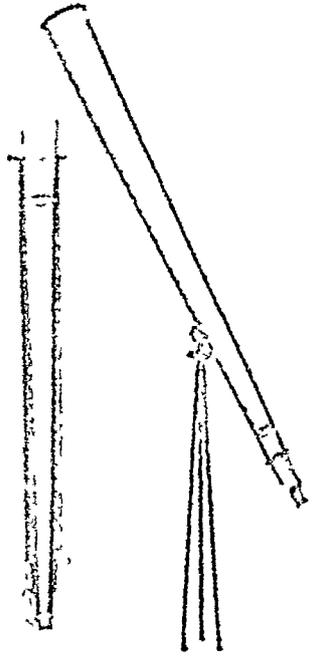
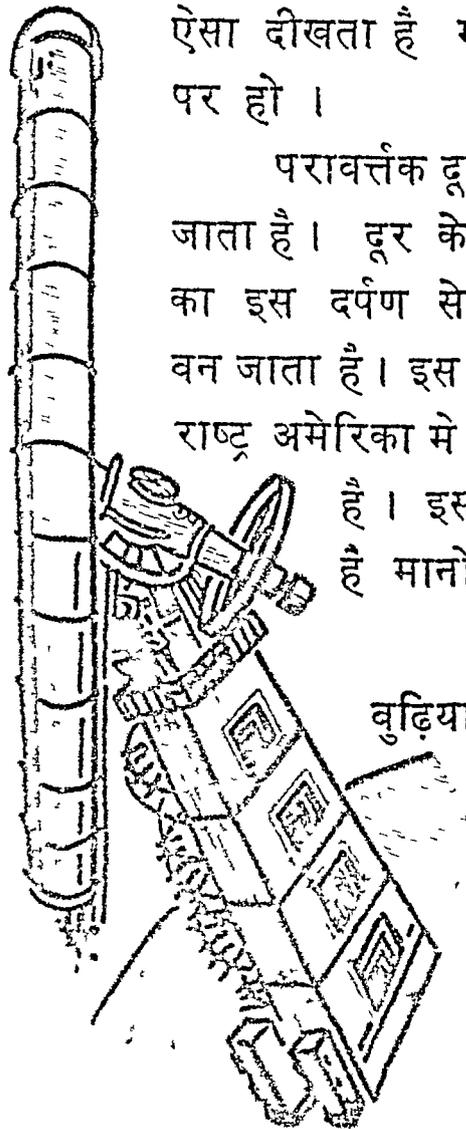
तुमने बाल की खाल निकालने की कहावत सुनी होगी। बाल की खाल ? बाल तो खुद इतना बारीक होता है कि उसकी खाल कहा से आयगी ! पर खुर्दबीन से अगर तुम अपने सिर के बाल को देखो तो तुम्हे बाल की खाल के अलावा भी कई चीजे और दीख जायंगी।

अक्सर चीजे जो खाली आँख से हमे किसी खास तरह की दीखती है, खुर्दबीन से देखी जाने पर बिल्कुल दूसरी तरह की दीखती है। अपने शरीर में बहता लाल खून खुर्दबीन के शीशे के नीचे लाल द्रव-सा नही दीखता। वह एक पीला द्रव बन जाता है, जिसमे लाल कण तैरते दीखते है। खुर्दबीन के कारण अनेक सूक्ष्म कीटाणु, जिनसे तरह-तरह की बीमारिया फैलती है, दीखने लगते है---जैसे हैजे या तपेदिक के कीटाणु। लेकिन इस ससार मे असख्य जीव ऐसे हैं, जो इस तरह की खुर्दबीनो से भी नही देखे जा सकते। उन्हे खास तरह के खुर्दबीन से देखा जाता है, जो बिजली की किरणों के द्वारा किसी सूक्ष्म-से-सूक्ष्म पदार्थ को भी हजारों गुना बडा कर के दिखा सकते है।

यह तो बात रही उन छोटी-छोटी चीजो की जो हमारे पास ही मे मौजूद है। आओ, जरा दूर की चीजो की भी तो बात करे। आसमान मे कितने तारे है ? कभी तुमने गिनने की कोशिश की है ? वैसे तो आसमान मे असख्यो तारे है, पर कोरी आँख से लगभग

१०,००० तारे ही अलग-अलग दीखते हैं। बाकी तारे इतनी दूर हैं कि उन्हे कोरी आंख से अलग-अलग तारों की तरह देखा ही नही जा सकता। अलबत्ता कुछ, साफ आसमान पर बिखरे धुंधले-धुंधले बादलों की तरह प्रकाश-पुंजो के रूप में दीख जाते हैं। आकाश-गंगा ऐसे ही तारों का समूह है। ऐसी दूर की चीजों को देखने के लिए भी यंत्र बन गये हैं। इन्हे **दूरबीन** या **दूरदर्शक यन्त्र** (Telescope) कहते हैं। पहला अच्छा दूरबीन इटली के वैज्ञानिक गेलीलिओ ने बनाया था।

दूरबीन दो तरह के होते है—**आवर्त्तक** (Refracting) और **परावर्त्तक** (Reflecting)। आवर्त्तक दूरबीनों में उन्नतोदर लैन्स का उपयोग किया जाता है—दूर के पदार्थो से आने वाली प्रकाश की किरणे एक शक्तिशाली उन्नतोदर लैन्स से गुजर कर उसके फोकस पर उस पदार्थ का वास्तविक प्रतिबिम्ब बना देती है। इस प्रतिविम्ब को एक दूसरे लैन्स के द्वारा बडा करके देख लेते है। इस तरह का दुनिया का सबसे बडा दूरबीन संयुक्त राष्ट्र अमेरिका मे है। उसके लैन्स का व्यास ४० इंच है। इस दूरबीन से जब चाँद को देखते हैं तो वह ऐसा दीखता है मानो धरती से कुछ ही मील की दूरी पर हो।

परावर्त्तक दूरबीनों मे वक्राकार दर्पणो का प्रयोग किया जाता है। दूर के पदार्थो से आने वाली प्रकाश-किरणो का इस दर्पण से परावर्त्तन होता है और उनका प्रतिविम्ब वन जाता है। इस तरह का सबसे बडा दूरबीन भी संयुक्त राष्ट्र अमेरिका मे ही है। उसके दर्पण का व्यास २०० इंच है। इस दूरबीन से चाँद को देखते है तो लगता है मानो वह कुछ ही दूरी पर दीख रहा हो।

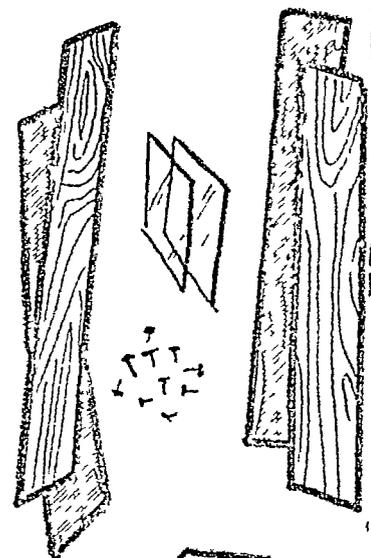
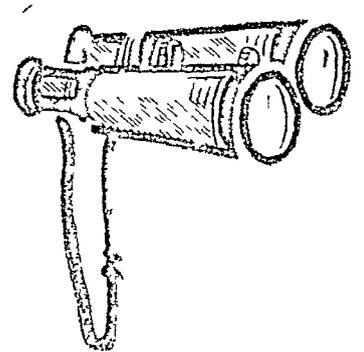
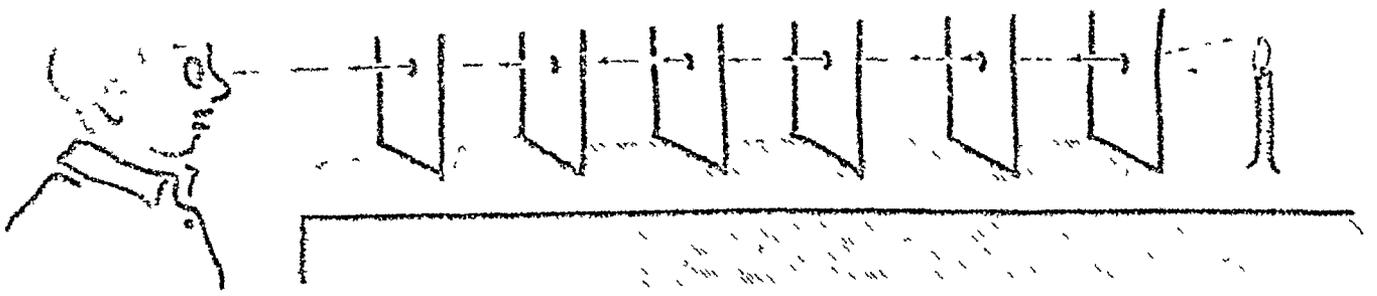
तुमने चंदा मामा में सूत कातने वाली वुढ़िया की कहानी कितनी ही वार सुनी होगी। तो इस दूरबीन से वह वुढ़िया भी तो जरूर दीखती होगी? कैसी होगी

वह बुढियामाई ? पर बुढिया की बात तो दूर रही, इस दूरबीन से देख कर तो पता चला है कि चाँद मे किसी भी तरह का कोई प्राणी ही नही रहता । वहां तो बर्फ से ढके ज्वालामुखी पहाड़ और गहरी खाइयां है । पेड़-पौधे-वनस्पति तक वहां नही हैं । बांये हाथ के पृष्ठ पर एक शक्तिशाली दूरबीन की सहायता से ली गई चॉद की तस्वीर है । देखो, कैसी लगती है ?

आज हम इस बात को सोच भी नही सकते कि दूरबीन और खुर्दबीन के बिना विज्ञान इतनी प्रगति कैसे करता । अब तो जो नए दूरबीन और खुर्दबीन बने है, वे अपने आप तस्वीर भी खीच लेते है । इन यन्त्रो की सहायता से मनुष्य ने प्रकृति के बहुत से रहस्यो का पता लगाया है ।

क्रिकेट के मैच मे तुमने कई लोगो को दो नली वाले दूरबीनो का इस्तेमाल करते देखा होगा । इन दूरबीनों मे आमतौर पर लैन्स का ही उपयोग किया जाता है, पर कभी-कभी प्रिज्म भी प्रयुक्त कर लिये जाते है । प्रिज्म के बारे मे विस्तार से हम बाद मे बतायगे । अभी इतना ही कह देना काफी होगा कि प्रिज्म भी लैन्स की तरह से प्रकाश की किरणो का आवर्त्तन करता है ।

पनडुब्बियों मे इस्तेमाल होने वाले पैरिस्कोप के बारे मे तुम पढ चुके हो । चाहो तो अपने मनोरंजन के लिए तुम भी ऐसा ही घरेलू पैरिस्कोप तैयार कर सकते हो । पैरिस्कोप तैयार करने के लिए तुम्हे थोडा ही सामान चाहिए।

१. दो बिना चौखटे के साधारण दर्पण (३"×३")
२. दो पतली लकड़ी की पट्टिया (१२"×२½")
३. दो पतली लकडी की पट्टिया (७¾"×४")
४. छोटी कीले
५. दर्पण चिपकाने के लिए जिन्क ऑक्साइड प्लास्टर ।

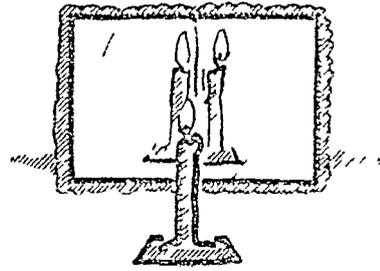
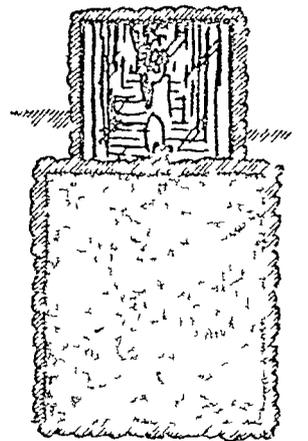
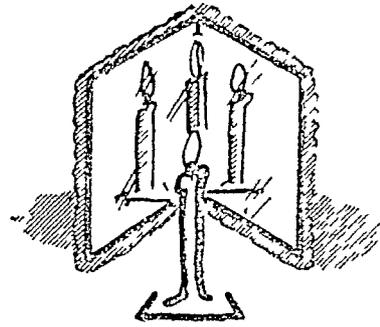
इन तस्वीरों की तरफ देखो । पैरिस्कोप बनाने की तरकीब तुम्हारी समझ मे आ जायगी । लेकिन इस बात का ध्यान रखना कि

दर्पण ठीक ४५° के कोण पर ही लगें। अगर इसमे जरा-सी भी गलती रह जायगी तो प्रकाश की किरणों का परावर्त्तन ठीक से नहीं होगा और तुम अपने पैरिस्कोप का आनन्द न ले सकोगे।

छह : : कुछ दिलचस्प प्रयोग

१. गत्ते के छह-सात बराबर टुकड़े लेकर उनके वीच में एक छेद कर दो। ऊपर की तस्वीर की तरह उन्हें एक सीध में मेज पर रखो। गत्तों के सामने एक मोमबत्ती जला कर रख दो। सबसे पिछले गत्ते के छेद से मोमबत्ती की रोशनी को देखने की कोशिश करो। तुम देखोगे कि जबतक मोमबत्ती की लौ और सारे छेद एक ही सीधी रेखा मे नही आ जाते, मोमबत्ती नही दिखाई देती। इस प्रयोग से यह स्पष्ट सिद्ध हो जाता है कि प्रकाश सीधी रेखाओं मे ही चलता है।

२. मेज के ठीक बीच में एक दर्पण सीधा खड़ा करो। मेज के सामने इस तरह झुको कि तुम्हारा प्रतिबिम्ब दर्पण मे साफ नजर आने लगे। अपने और दर्पण के बीच में एक गुलदस्ता रख दो। दर्पण में तुम्हारा और गुलदस्ते का, दोनों का प्रतिविम्ब साफ दीखता है न ? गुलदस्ते को वही छोड़ कर मेज के दाहिने कोने पर जाकर दर्पण में प्रतिबिम्ब को देखो। अब तुम्हारा प्रतिबिम्ब क्यो नही दीखता ? गुलदस्ते को भी दाहिने कोने पर ही रख लो। अब उसका प्रतिविम्ब भी दीखना क्यों बन्द हो गया ? जरा मेज के बायें कोने पर जाकर दर्पण की ओर फिर देखो। दाई तरफ रखा हुआ यह गुलदस्ता फिर कैसे दीखने लगा ?

प्रकाश की किरणें जब दर्पण पर सीधी पड़ती हैं तो वे सीधी ही लौट आती हैं। इसलिए जब गुलदस्ते को दर्पण के ठीक सामने रख कर तुम दर्पण मे देख रहे थे, तुम्हे दोनों चीजों का प्रतिविम्व दिखाई दे रहा था , लेकिन जब प्रकाश की किरणे दर्पण पर तिरछी गिरती हैं

तब वैसी ही लौट जाने के बजाय वे उससे टकरा कर ठीक सामने की दिशा में चली जाती हैं। इसलिए मेज के दाहिने कोने पर जाने पर तुम्हे अपना प्रतिबिम्ब दीखना बन्द हो गया था, क्योकि तुमसे चले प्रकाश की किरणे दर्पण से टकरा कर तुम्हारी तरफ वापस आने की बजाय मेज की बाई तरफ जा रही थी। जब तुमने गुलदस्ते को भी खीच कर अपनी तरफ कर लिया तो इसी कारण से उसका प्रतिबिम्ब भी दीखना बन्द हो गया। लेकिन जब तुम मेज के दूसरे कोने पर चले गए तब दाई ओर गुलदस्ते से चले प्रकाश की किरणें, जो परावर्त्तन के बाद बाई तरफ आ रही थी, तुम तक पहुचने लग गई और तुम्हे उसका प्रतिबिम्ब दिखाई देने लगा। अगर गुलदस्ते के पास मे अब कोई दर्पण की तरफ देखता तो उसे तुम्हारा प्रतिबिम्ब ही दीखता, क्योकि तुमसे चली प्रकाश की किरणे परावर्त्तन के बाद गुलदस्ते की तरफ जा रही है।

३. साथ वाली तस्वीर की तरफ देखो। मेज पर इसी तरह से दो दर्पण मिला कर एक ही रेखा पर रख दो। उनके सामने बीच मे एक मोमबत्ती रख दो। देखो, दोनो दर्पणो मे एक-एक प्रतिबिम्ब ही दीखता है न? अब एक दर्पण को अपनी तरफ जरा-सा घुमा दो। अब कितने प्रतिबिम्ब दीखते है? इस दर्पण को पहले दर्पण के कोने से मिला कर इतना तिरछा करो कि वह उससे एक समकोण बनाने लगे। अब कितने प्रतिबिम्ब दीख रहे है? तीन दीखते है न? दूसरे दर्पण को अपनी ओर घुमाना शुरू करो। प्रतिबिम्बो की सख्या मे कोई अन्तर आया? तीन से अधिक दीखने लगे न? दर्पणो को एक-दूसरे के सामने समानान्तर रख दो। गिनो। अब कितने प्रतिबिम्ब है? अनगिनत! पर क्या सभी एक से है?

जब दोनो दर्पण एक ही सीध मे रखे हुए थे तो दोनो मे एक-एक प्रतिबिम्ब ही दीखता था, मगर जैसे-जैसे दर्पण एक-दूसरे के सामने आते गये, प्रतिबिम्ब अधिक दीखने लगे। इसका कारण यह है कि मोमबत्ती के अलावा दर्पणों में उसके प्रतिबिम्ब के भी प्रतिबिम्ब बनने लगते है। जितने

अधिक प्रतिबिम्ब बनते है, उतने ही अधिक वे फीके और धुंधले होते जाते है। इसका फायदा उठाकर कुछ लोग अपने मकानों मे इसी तरह से समानान्तर दर्पण लगा लेते हैं। अगर तुम किसी ऐसे कमरे में चले जाओ तो तुम्हे अपने अनन्त प्रतिबिम्ब दिखाई देगे।

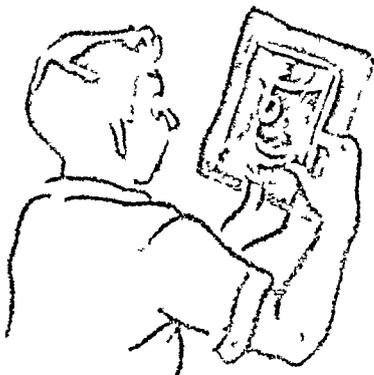
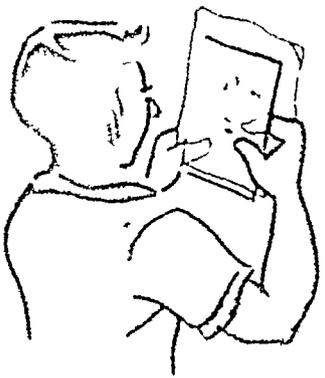
४ एक बड़े कागज पर मोटे-मोटे अक्षरों मे अपना नाम लिख दो। अब कागज को एक दर्पण के सामने ले जाओ। तुम्हे अपने नाम का प्रतिबिम्ब दीखता है न ? प्रतिबिम्ब को देखो। अक्षर उल्टे दीखते हे और इसलिए उन्हें पढने में कठिनाई होती है। इस दर्पण के सामने एक और दर्पण रख दो। दूसरे दर्पण का प्रतिबिम्ब देखो। इसमें तुम्हारा नाम सीधा क्यों पढा जाता है ?

जब लिखाई को दर्पण के सामने रखते है तो प्रतिबिम्ब में वह उल्टी दिखाई देती है, लेकिन जब एक दर्पण और रख कर इस प्रतिबिम्ब का प्रतिबिम्ब ले लेते है तो वह सीधा दीखता है। अब बता सकते हो, पेरिस्कोप मे दो दर्पण क्यों रखते है ? इसीलिए कि नीचे के दर्पण मे प्रतिबिम्ब पदार्थ जैसा ही दीखता है।

५. अलग-अलग परिधि के कुछ वक्राकार दर्पण लेकर उनमे अपना प्रतिबिम्ब देखो। क्या अन्तर पड़ता है ?

वक्राकार दर्पण प्रकाश की किरणो का परावर्त्तन इस तरह करते है कि कभी तुम्हारा प्रतिबिम्ब छोटा दीखता है तो कभी बड़ा। कभी सीधा दीखता है तो कभी उल्टा। साथ वाले चित्र को देखो, वक्राकार और समतल दर्पण के परावर्त्तन का भेद समझ मे आ जायगा।

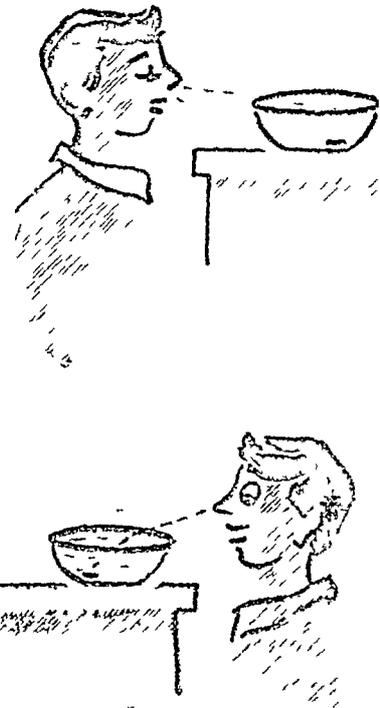
६ सफेद कागज पर एक साफ काच रखो। उसमें अपना प्रतिबिम्ब देखो। कैसा दीखता है ? कांच को सफेद कागज से उठाकर काले कागज पर रख दो। अब फिर से अपना प्रतिबिम्ब देखो। क्या अन्तर पड़ता है ?

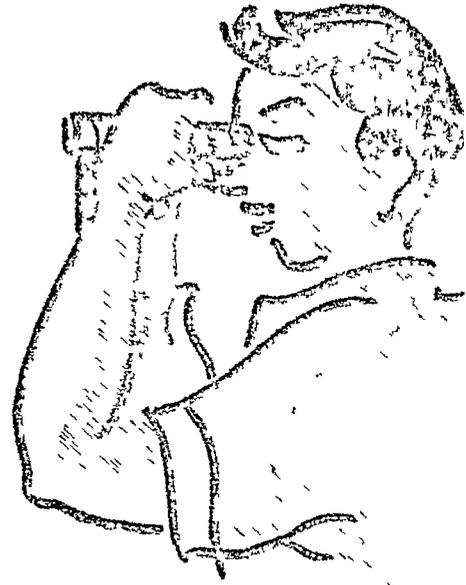
अगर काच की दूसरी तरफ से प्रकाश का आना बन्द हो जाय तो वह अच्छे-खासे दर्पण का काम करने लगता है। कागज प्रकाश के आने को बन्द कर देता है। इसलिए प्रतिबिम्ब दीखने लग जाता है।

लेकिन काला कागज सफेद कागज से ज्यादा प्रकाश रोकता है । इसलिए उसके साथ प्रतिबिम्ब अधिक साफ दीखता है ।

७. अलग-अलग मोटाई के कुछ लैंस लो । एक कागज पर अपना नाम लिख कर हरेक लैंस से देखो । लैंस को उस समय तक ऊपर नीचे करके देखो, जबतक कि नाम साफ न दीखने लगे । किस तरह के लैंस से तुम्हारा नाम बडा और साफ दीखता है ? और किस तरह के लैंस से तुम्हारा नाम छोटा दीखता है ?

८. अपने कमरे की खिडकी खोलकर सामने की दीवार पर उन्नतोदर लैंस से खिड़की का प्रतिबिम्ब बनाओ । इस प्रतिबिम्ब को ध्यान से देखो । कैसा है ? तुम देखोगे कि प्रतिबिम्ब खिडकी से कही ज्यादा छोटा और उल्टा है ।

अब शायद तुम्हारी समझ मे आ जाय कि छोटे-से कैमरा से इतनी बडी-बडी चीजों की तस्वीरे कैसे खीच ली जाती है ।

९ मेज पर एक खाली कटोरा रखो । कटोरे के पेंदे मे एक पैसा डाल दो । सीधे खडे होकर देखो । पैसा दीखता है न ? धीरे-धीरे कटोरे को इतनी दूर कर दो कि पैसा दीखना बन्द हो जाय । अब कटोरे को होशियारी के साथ पानी से इस तरह भर दो कि पैसा अपनी जगह से न हिलने पावे । कटोरे की तरफ देखो—अरे ! यह पैसा फिर से कैसे दीखने लगा ? इसका कारण बता सकते हो ? पानी भरने के पहले पैसा दीखना बन्द हो गया था, क्योंकि उससे आती प्रकाश की किरणे कटोरे के किनारो से रुक जाती थी । कटोरे मे पानी भर देने से प्रकाश का आवर्त्तन होने लगा और इसलिए पैसा फिर से दीखने लगा । जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम मे जाता है तो ऐसा ही आवर्त्तन होता है । इसी आवर्त्तन के कारण पैसे से चले प्रकाश की किरणे तिरछी होकर इस तरह से आने लगी कि उनके आंख तक पहुचने का रास्ता पहले से ऊचा हो गया ।

१०. एक मोटे कागज को लपेट कर उसकी करीब तीन-चार इच लम्बी और एक इंच मोटी नली तैयार कर लो । इसे अपनी एक आँख

के आगे लगा लो। दूसरी आँख के सामने एक किताब इस तरह लाओ कि एक सिरा इस नली के निचले सिरे को छूता रहे। दोनों आँखे खुली रखकर सामने देखो। कुछ क्षण बाद ऐसा लगता है जैसे नली की जगह किताब मे ही छेद हो और तुम उसीके अन्दर से देख रहे हो ?

एक आँख में कागज की नली के द्वारा बाहर से आने वाला प्रकाश आ रहा है। दूसरी आख मे किताब से आने वाला प्रकाश आ रहा है। तुम्हारा दिमाग दोनो आँखों से दीखने वाली चीजों की अनुभूति एक साथ करता है तो ऐसा लगता है कि जैसे तुम किताब के बीच से ही देख रहे हो।

इन थोड़े से प्रयोगो से परावर्त्तन और आवर्त्तन के सिद्धान्तों पर कुछ प्रकाश पडता है। बाद मे, वड़े होकर जव तुम इस विषय पर और पुस्तके पढोगे तो तुम्हारी जानकारी काफी ज्यादा बढ जायगी।

सात : : रंगों की माया

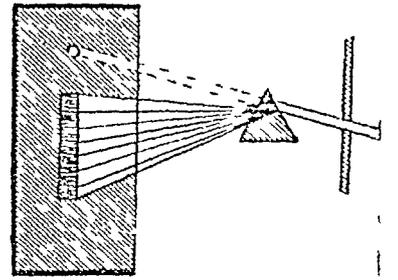
एक कहावत तुमने सुनी ही होगी—'सावन के अन्धे को हरा-ही-हरा दीखता है।' सावन का महीना कैसा होता है ? आसमान में काली घटाएं, विजली की चमक और पानी की मूसलाधार बौछारे ! चारो तरफ हरियाली-ही-हरियाली ! जरा वादल फटे तो तेज धूप और आसमान पर रंग-विरगा इन्द्रधनुष! सव कुछ कैसा सुन्दर लगता है !

यह रंग-विरंगी छटा सव रंगो की ही माया है—न रंग होते न यह सव कुछ दीखता। पर अगर हम कहे कि यह माया रंगो की नही,

प्रकाश की है, तो तुम हमारी बात नही मानोगे। रंगो का और प्रकाग का क्या साथ ? शायद थोड़ा-सा सोच कर तुम कह दो, "हां, प्रकाश और रग का कुछ साथ तो हो सकता है—रग प्रकाश के बिना दीख नही सकते। पर इसमे खास बात क्या है ? प्रकाश के बिना दीखता ही क्या है ?"

यह चमचमाती धूप किस रग की है ? तुम कहोगे "सफेद।" हम तुम्हारी बात मान लेते है। इस धूप के सफेद रग को लेकर ही हम तुम्हारे सामने रग की भानुमती का पिटारा खोलेगे।

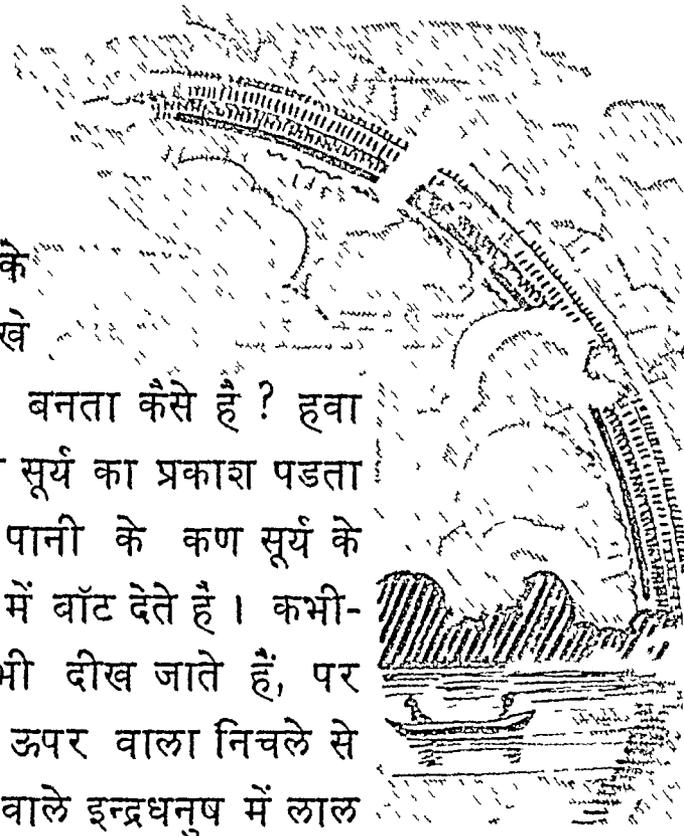
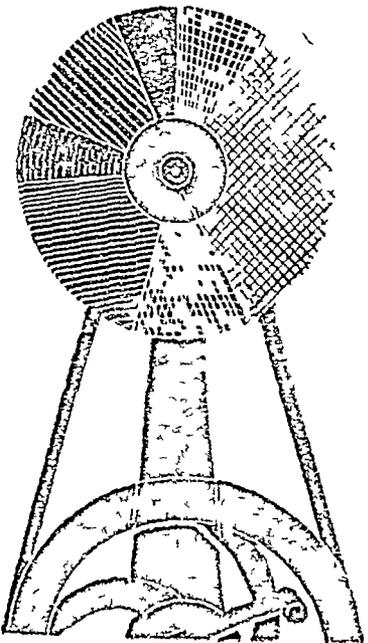
प्रिज़्म (Prism) का थोडा जिक्र पीछे आया है, पर तुमने कभी देखा है क्या ? देखा तो तुमने होगा, पर शायद उसका नाम नही सुना होगा। साधारण प्रिज्म काच का एक तिकोना-सा होता है।

जरा एक प्रिज्म लेकर उसे एक आँख के सामने घुमा-फिरा कर उसमे से देखो। कैसे सुन्दर रंग दिखाई देते है ! इन रगो को जरा गौर से देखो। कैसे है ? कभी पहले भी तुमने इन रगो को देखा है ? देखा तो जरूर होगा ! इन्द्रधनुष के रग कैसे होते है ? यही होते है न ? इन रगो को गिनो। कितने है ? पर देखो, होशियारी से गिनना। ये रग आपस मे इतने मिले हुए होते है कि जरा-सी गफलत हुई कि पूरा रग ही गिनना भूल गये। कितने रग है ? सात है न ? तरतीब से नाम ले तो—बैंगनी, जामुनी, नीला, हरा, पीला, नारगी और लाल।

पर ये रंग आ कहाँ से गये ? इस बिना रग के प्रिज्म से सफेद धूप ही तो देखी थी। तो फिर इसमे ये रग कहा से आ गये ? रग कही बाहर से नही आते। प्रिज्म सूर्य के प्रकाश को उसके वास्तविक रगो मे बाट देता है। वास्तव मे सूर्य का प्रकाश इन सात रगों का बना हुआ ही होता है। प्रिज्म से गुजरते समय प्रकाश की किरणो का आवर्त्तन होता है, लेकिन प्रकाश के हर रग का आवर्त्तन कुछ दूसरी तरह से होता है। इसीलिए प्रिज्म से गुजर कर ये रग बिखर जाते है और इस तरह से प्रिज्म से प्रकाश टूट कर अपनी **सतरंगी पट्टी** (Spectrum) मे बिखर कर हमारे सामने फैल जाता है।

प्रिज्म की सतरंगी पट्टी के रंग तुमने इन्द्रधनुष मे भी तो देखे है न ? पर जानते हो, इन्द्रधनुष बनता कैसे है ? हवा में मौजूद पानी के कणों पर जब सूर्य का प्रकाश पडता है तो इन्द्रधनुष बन जाता है । पानी के कण सूर्य के प्रकाश को प्रिज्म की तरह रंगों में बॉट देते है । कभी-कभी आसमान मे दो इन्द्रधनुष भी दीख जाते हैं, पर उनमे खास बात यह होती है कि ऊपर वाला निचले से कम चमकदार होता है । नीचे वाले इन्द्रधनुष में लाल रंग सब से ऊपर होता है और बैंगनी सब से नीचे । ऊपर वाले मे बैंगनी रग सब से ऊपर होता है और लाल रग सब से नीचे । जल-कणों के निचले भाग पर सूर्य की किरणे गिरने से नीचे वाला इन्द्र-धनुष बनता है और ऊपर वाले भाग पर गिरने से ऊपर वाला । क्या तुमने कभी इस बात पर भी ध्यान दिया है कि इन्द्रधनुष हमेशा सूर्य के सामने ही बनता है । यदि वह सवेरे बनता है तो पश्चिमी आकाश मे बनता है और शाम को बनता है तो पूर्वी आकाश मे ।

पर यह जरूरी नही कि इन्द्रधनुष आकाश में ही बने । पानी की पतली फुहार पर सूर्य की किरणे पड़ते ही धरती पर भी इन्द्र-धनुष बन सकता है । पानी के झरनों और बारीक फव्वारों के पास तुम इस तरह के इन्द्रधनुष देख सकते हो ।

अगर प्रिज्म से प्रकाश को तोड़कर सात रंगों मे अलग किया जा सकता है तो क्या इन सात रंगों को मिला कर सफेद रंग तैयार नही किया जा सकता ? जरूर किया जा सकता है ।

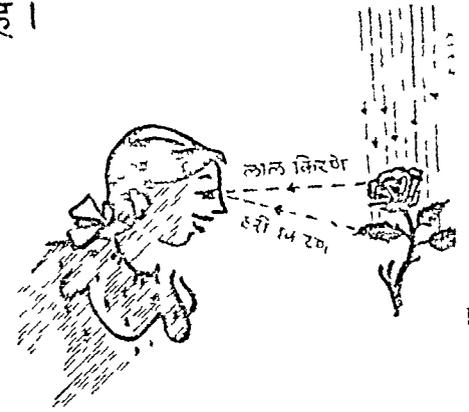
प्रकाश के रगो के भेद का पता सब से पहले इगलैण्ड के वैज्ञानिक न्यूटन ने लगाया था । साथ के चित्र की ओर देखो । ऊपर के रंगीन चक्के को न्यूटन के नाम पर **न्यूटन का चक्र** (Newton's Disc) कहते हैं । इस चक्र को सात भागों में बांट कर सतरगी पट्टी के रंगो की तरतीब से रंग देते है । चक्का एक पहिये से जुडा होता है । जरा

पहिये को तेजी से घुमा कर देखो । सातों रंग गायब हो जाते है और चक्का सफेद दीखने लगता है ।

एक प्रिज्म से बनी सतरंगी पट्टी को उसके सामने एक दूसरे प्रिज्म को उल्टा रख देने से भी इन सातों रगो को खत्म किया जा सकता है ।

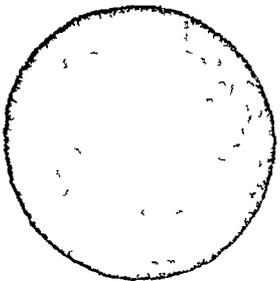
अब तुम्हें यह समझने मे आसानी हो जायगी कि अलग-अलग चीजे अलग-अलग रग की क्यों दीखती है । तुम जानते हो कि कोई भी वस्तु हमे इसलिए दीखती है कि वह प्रकाश की किरणो का परावर्त्तन करके उसकी किरणों को हमारी ऑखों तक भेज देती है । लेकिन प्रकाश तो सात रंगों से मिल कर बना है । वह चीज जिन रगों का परावर्त्तन करती है वही रग हमे दीखने लगते है । बाकी रगो को वह सोख लेती है ।

किताब का यह कागज सफेद क्यों दिखाई देता है ? इसलिए कि यह प्रकाश के सातों रगों का परावर्त्तन कर देता है । मगर यह अक्षर काले क्यो दीखते है ? इसलिए कि वे किसी रंग का परावर्त्तन नही करते, बल्कि सारे ही रंगो को सोख लेते है । असल मे देखा जाय तो काला कोई रंग होता ही नही । जिस तरह से सातो रगो के परावर्त्तन से सफेद रग दीखता है उसी तरह के सातो रगो के जज़्ब हो जाने से काला रग दीखने लग जाता है ।

आसमान नीला क्यों दीखता है ? इसलिए कि वहाँ से सूर्य के प्रकाश के नीले रग का ही परावर्त्तन होता है । बाकी सारे रग जज्ब हो जाते है । अब तुम बता सकते हो कि घास हरी क्यों दीखती है, या चाक सफेद क्यो दीख पड़ता है ।

लेकिन यह तो सात रगो ही की बात रही । फिर ये दूसरे रग—कत्थई, फिरोजी आदि, कैसे दीखते है ? वास्तव मे ये रग कई रगो से मिल कर बने होते है—जैसे नीले और पीले रग को मिला देने से हरा रग तैयार हो जाता है । इसी तरह से कत्थई रग लाल, नीले और पीले रग मिला देने से बनता है । उससे इन्ही तीन रगों का परावर्त्तन होता है । ड्राइग मे तुमने लाल, पीले और नीले, इन तीन प्रारम्भिक रगो को मिला‧कर कई रंग तैयार किये भी होगे ।

बिजली, लालटेन आदि भी प्रकाश तो देती है, पर उनके प्रकाश मे और सूर्य के प्रकाश मे बहुत अन्तर होता है। इसीलिए कई वस्तुएं सूर्य के प्रकाश मे जैसी दीखती हैं, वैसी लालटेन या दिये के प्रकाश मे नही दिखाई देती।

वैसे प्रकाश रंगीन भी होते है। लाल प्रकाश मे सफेद वस्तुएं भी लाल दीखने लगती है--नीली चीजे बैगनी दीखने लगती है और हरी चीजो पर काली रगत आ जाती है। बिना रंगे ही चीजों का रग वदल जाता है। बस प्रकाश का रंग बदल देने भर की बात है।

तुम्हे चित्र बनाने का शौक है न? एक कागज के बीच में दो इंच व्यास का एक घेरा बनाओ। इस घेरे को चटकीले लाल रग से अच्छी तरह रग दो। कोई हाथ भर की दूरी पर अपने दाहिने हाथ मे लेकर इस घेरे को एक-दो मिनट तक लगातार गौर से देखते रहो। अब बाये हाथ मे कोरा कागज लेकर उसकी तरफ अचानक देखो। कोरे कागज पर यह हरा घेरा कहा से आ गया?

लाल और हरे रग एक ही **जोड़े के रंग** (Complementary Colours) है। अगर जोडे के रगों को ठीक से मिलाया जाय तो सफेद रंग तैयार हो सकता है। जब तुम्हारी आँखे लाल रग को देखते-देखते थक जाती है तो **वे** उसे ज्यादा बरदाश्त नही कर सकती। वे उसे देखना ही बन्द कर देती है। जब तुम काफी देर तक लाल रग के घेरे को देख रहे थे तब तुम्हारी आँखो के साथ यही हुआ। इसलिए जब तुमने कोरे कागज को देखा तो कोरे कागज के सफेद रग से उसके लाल अंश को उस रग से थकी आंखो ने देखने से इन्कार कर दिया। इसलिए तुम्हे उस पर हरा रग दीखने लगा।

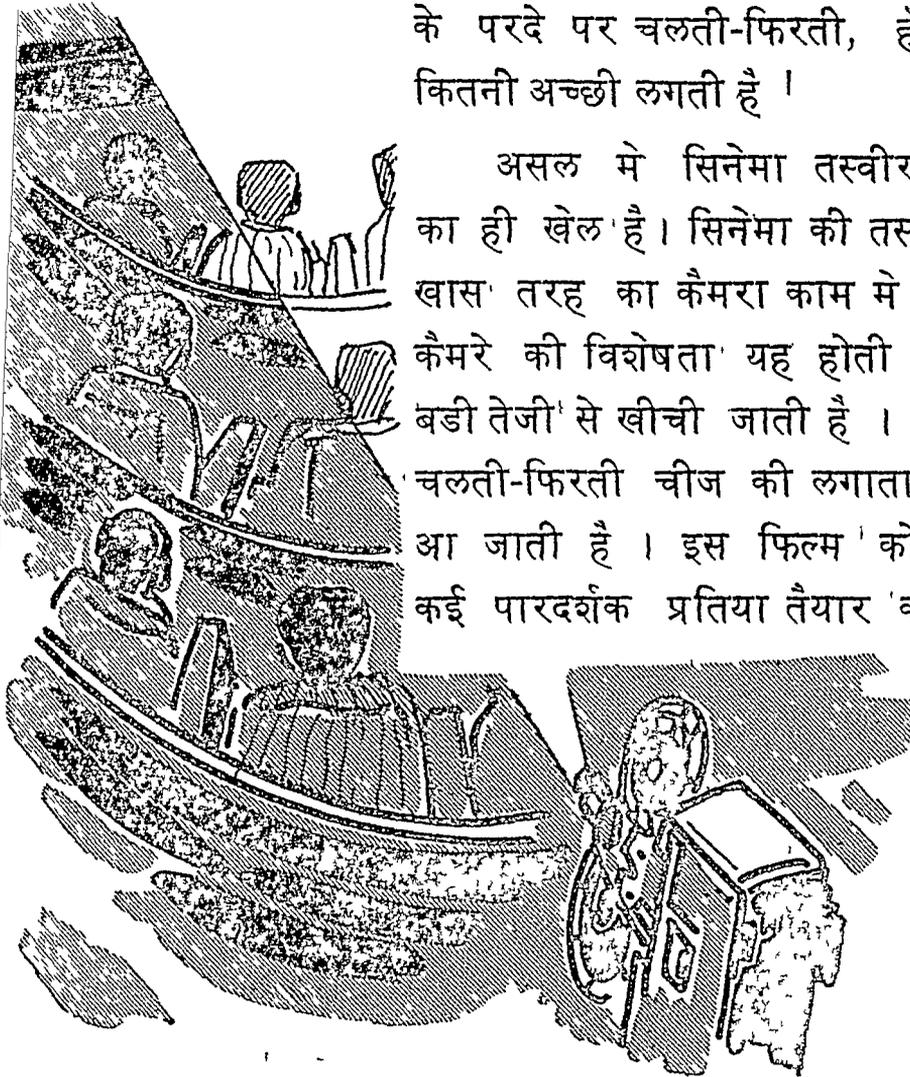
इसी तरह से दूसरे रगों के घेरे बनाकर इन्द्रधनुष के सभी रगों के जोड़े के रगो का पता लगाओ।

आठ : : प्रकाश के कुछ उपयोग

प्रकृति की अन्य शक्तियों की तरह मनुष्य प्रकाश से भी तरह-तरह के काम लेता है। उसने प्रकाश उत्पन्न करने के अनेक कृत्रिम

साधन भी तैयार कर लिये है, जो हमारे दैनिक जीवन मे काम आते है।

तुम्हें सिनेमा देखने का शौक जरूर होगा। सिनेमा के परदे पर चलती-फिरती, हँसती-खेलती तस्वीरे कितनी अच्छी लगती है!

असल मे सिनेमा तस्वीर खीचने और दिखाने का ही खेल है। सिनेमा की तस्वीर खीचने के लिए खास तरह का कैमरा काम मे लाया जाता है। इस कैमरे की विशेषता यह होती है कि उसमे तस्वीरे बडी तेजी से खीची जाती है। किसी भी हिलती या चलती-फिरती चीज की लगातार अनगिनत तस्वीरे आ जाती है। इस फिल्म को धुलवा कर इसकी कई पारदर्शक प्रतिया तैयार कर लेते है। सिनेमा दिखाने के लिए फिल्म की प्रति को मशीन पर चढा कर उसके पीछे से तेज रोशनी डालते है, जिससे सामने के परदे पर तस्वीरो की छाया बन जाती है। मशीन पर फिल्म उसी गति से चलती है जिस गति से तस्वीरे खीची गई थी। तस्वीरे इतनी तेजी से बदलती है कि आँखे उनको अलग-अलग नही देख सकती और एक समूचा दृश्य आँखो के सामने आता हुआ दिखाई देता है। इसका कारण यह है कि आँख के परदे पर बना प्रतिबिम्ब एकदम नही मिटता है, उसे मिटने मे कुछ देर लगती है। लेकिन उसके मिटने के पहले ही परदे पर बदलती छाया के कारण दूसरा प्रतिबिम्ब बन जाता है और इस तरह से तस्वीरो को अलग-अलग करके देखना मुश्किल हो जाता है।

आज के विज्ञान ने हमारे लिए इस बात को सम्भव कर दिया है कि हम दूर पर घटने वाली घटनाओ को घर बैठे देख सके और उनके बारे मे सुन सके। टेलीविजन और रेडियो ऐसे ही यन्त्र है।

बहुत पहले से मनुष्य सन्देश भेजने के साधन के रूप मे प्रकाश का उपयोग करता रहा है। समुद्रो के किनारो पर तूफानी तटो की सूचना देने के लिए प्रकाश-स्तम्भों का निर्माण इसीलिए किया जाता है। जगलो मे रहने वाले बिछुडे साथियो को आग जलाकर अपनी जगह का सकेत करते है।

रात मे रेलगाड़ी के सिगनल की लाल बत्ती को देखकर गाड़ी रुक जाती है और हरी को देखकर आगे बढ जाती है। रेलगाडी के गार्डबाबू भी इसी तरह की बत्तिया दिखा कर गाडी को रोकते और चलाते है।

दिन मे भी प्रकाश से सन्देश भेजे जा सकते है। तुमने मुँह देखने के शीशे से कई बार सूर्य की किरणो का परावर्त्तन किया होगा। पुराने जमाने मे लोग दर्पणो को इसी तरह से घुमा-घुमा कर सन्देश भेजा करते थे।

धुए से खबरे भेजने का भी एक तरीका है। गीली लकडियो को या पत्तियो को जला कर धुए के ऊपर कम्बल करके उसे कुछ देर रोक कर छोडा जाता है। उससे उठे बादलो को दूर खडा साथी देख लेता है। लेकिन रेडियो और वायरलेस के कारण ये तरीके अब काम मे कम ही लाये जाते है।

सूर्य का प्रकाश न हो तो न खेती हो सकेगी, न बारिश होगी। हवा से ऑक्सीजन धीरे-धीरे खत्म हो जायगा, जीवन असम्भव हो जायगा। चॉद चमकना बन्द कर देगा, समुद्र मे ज्वार-भाटे नही आयगे और चारो ओर गहन अन्धेरा छा जायगा। पर चिता की क्या बात है? सूर्य अभी आने वाले कई करोड वर्ष तक अपने जीवनदायी प्रकाश को इसी तरह से देता रहेगा।